

VŠB – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA

Hornicko-geologická fakulta

Institut environmentálního inženýrství

**„VLIV VEGETACE ČERNÉHO RYBNÍKA NA KVALITU
PITNÉ VODY“**

„ The Influence of the Black Pond'S Vegetation on Drinking Water Quality”

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Autor:

Ing. Renata Koulová

Vedoucí diplomové práce :

Doc. Ing. Barbara Stalmachová, CSc.

Most 2011

Zadání diplomové práce

Student: **Ing. Renata Koulová**

Studijní program: N2102 Nerostné suroviny

Studijní obor: 3904T005 Environmentální inženýrství

Téma: **Vliv vegetace Černého rybníka na kvalitu pitné vody**
The Influence of the Black Pond's Vegetation on Drinking Water Quality

Zásady pro vypracování:

1. Úvod – procesy rašelinění
2. Krušné hory a vznik krušnohorských rašelinišť
3. Mezinárodní význam krušnohorských rašelinišť
4. Technologický proces úpravy pitné vody z Bílého potoka
5. Černý rybník – charakteristika lokality
6. Vegetační průzkum lokality
7. Hodnocení vlivu vegetace na kvalitu pitné vody
8. Závěr

Seznam doporučené odborné literatury:

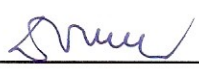
JELÍNEK, F.: Nedocené bohatství, Praha : Ministerstvo životního prostředí ČR, 1999.
NOVÁČEK, J.: Technologie úpravy uhlí I., ES VŠB-TU Ostrava, 2000.
KUNCOVÁ, J. a kol.: Chráněná území ČR, Ústecko, svazek I, AOPK ČR, Praha 1999, vydání 1.,
Sborník oblastního muzea v Mostě – přírod.ř., Okresní muzeum v Mostě.
BÁRTA, Z.: Rašeliniště okresu Most, Kulturní kalendář Mostecka 1968, č. 10

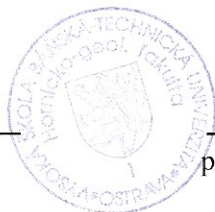
Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Barbara Stalmachová, CSc.**

Datum zadání: 31.10.2010

Datum odevzdání: 30.04.2011


prof. Ing. Vojtech Dirner, CSc.
vedoucí institutu




prof. Ing. Vladimír Slivka, CSc., dr.h.c.
děkan fakulty

Prohlášení

- *Celou diplomovou práci včetně příloh, jsem vypracovala samostatně a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.*
- *Byla jsem se seznámila s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.*
- *Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).*
- *Souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé diplomové práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.*
- *Souhlasím s tím, že diplomová práce je licencována pod Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported licencí. Pro zobrazení kopie této licence, je možno navštívit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>*
- *Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu o komerční využití z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.*
- *Bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu komerčnímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).*

V Mostě dne 30. 4. 2011

.....
Ing. Renata Koulová

ANOTACE

Přírodní rezervace Černý rybník se nachází na katastrálním území Klíny, jihozápadně od vodní nádrže Fláje, v nadmořské výšce 805 m. Rozprostírá se vlevo od silnice Klíny - Fláje až ke státní hranici se SRN. Rezervace zabírá území o rozloze 32,56 ha a byla vyhlášena 8. listopadu 1993. Jedná se o rozvodnicové vrchoviště, odvodňované Svídnicí a Bílým potokem, oba tyto potoky vytékají z malého rybníku při východní hranici rezervace. Předmětem ochrany je přirozený charakter hydrologicky, botanicky i faunisticky zajímavého rašeliniště vrchovištního typu.

Bílý potok je drobný vodní tok, který pramení ve zmiňované přírodní rezervaci Černý rybník. V potoce je vysoký obsah huminových látek, který je způsoben přítomností rašelinišť poblíž pramene potoka a jeho přítoků. Voda z potoka, vzhledem ke své vysoké kvalitě, je upravována v úpravně vody Bílý potok nedaleko obce Šumná a posiluje zásobování měst Mostu, Litvínova, závodu Unipetrol RPA a přilehlých obcí pitnou vodou.

KLÍČOVÁ SLOVA

Rašeliniště, Krušné hory, Černý rybník, Bílý potok, Flájská přehrada, přírodní rezervace, úpravna vody, surová voda, flokulace, filtrace, pitná voda.

ANNOTATION

Black Pond /Černý rybník/ Nature Reserve is located in the cadastral territory of Klíny, southwest of the dam Fláje, at an altitude of 805 m above sea level. It lies to the left of the road Klíny - Fláje to the border with Germany. The reserve covers an area of 32.56 hectares and was declared on 8th November 1993. This is a water divide bog, drained by Svídnice and White Creek /Bílý potok/, both these streams flow out from a small pond on the eastern border of the reservation. The object of protection is the natural character of hydrological, botanical and faunistic interesting moor of highland type.

The White Creek is a small river that originates in the aforementioned Black Pond Nature Reserve. The creek has high content of humine substances which is caused by the presence of the moor near the spring of the creek and its tributaries. Water from the creek, due to its high quality, is treated at the White Creek Water Treatment Plant near the village

of Šumná and strengthens water supply of the town of Most, Litvinov, the pant Unipetrol RPA and surrounding villages with drinking water.

KEY WORDS

Moor, The Ore Mountains, Black Pond, White Creek, the dam Fláje, nature reserve, water treatment pant, raw water, flocculation, filtration, drinking water.

OBSAH

1. ÚVOD - PROCESY RAŠELINĚNÍ	1
2. KRUŠNÉ HORY A VZNIK KRUŠNOHORSKÝCH RAŠELINIŠŤ	3
2.1.PROMĚNY KRAJINY	3
2.2.VZNIK KRUŠNOHORSKÝCH RAŠELINIŠŤ	4
3. MEZINÁRODNÍ VÝZNAM KRUŠNOHORSKÝCH RAŠELINIŠŤ	7
3.1.OCHRANA ÚZEMÍ	8
3.1.1.NATURA 2000	8
3.1.2. PTAČÍ OBLASTI	9
3.1.3.ORNITOLOGICKÝ VÝZNAM ÚZEMÍ	12
3.1.4.FAUNA A FLÓRA	14
3.1.5.OHROŽENÍ VÝSKYTU TETRÍVKA OBECNÉHO A OCHRANNÁ OPATŘENÍ	16
4. TECHNOLOGICKÝ PROCES ÚPRAVY PITNÉ VODY	19
4.1. BÍLÝ POTOK A KVALITA SUROVÉ VODY	19
4.1.1. KVALITA SUROVÉ VODY Z BÍLÉHO POTOKA	21
4.2. FLÁJSKÁ NÁDRŽ A KVALITA SUROVÉ VODY	21
4.2.1. KVALITA VODY Z FLÁJSKÉ NÁDRŽE	23
4.3. HYGIENICKÁ OCHRANNÁ PÁSMA (HOP)	24
4.4. NÁVAZNOST NA ZDROJ VODY A PŘIPOJENÉ VODOVODNÍ SYSTÉMY	25
4.4.1. ŘÍZENÍ VODOVODU	26
4.5. ÚPRAVNA VODY BÍLÝ POTOK	30
4.5.1. POPIS TECHNOLOGICKÉHO PROCESU ÚPRAVY VODY	30
4.5.2. DÁVKOVÁNÍ A PŘÍPRAVA CHEMIKÁLIÍ	33
4.5.3. KALOVÉ HOSPODÁŘSTVÍ	34
4.5.4. PROVOZNÍ KONTROLA	35
5. ČERNÝ RYBNÍK – CHARAKTERISTIKA LOKALITY	36
6. VEGETAČNÍ PRŮZKUM LOKALITY	38
7. HODNOCENÍ VLIVU VEGETACE NA KVALITU PITNÉ VODY	40
7.1. ODBĚR VZORKŮ SUROVÉ VODY PRO ÚPRAVNU BÍLÝ POTOK	41
7.1.1. pH	43
7.1.2. CHEMICKÁ SPOTŘEBA KYSLÍKU	43
7.1.3. DUSIČNANY (NO ₃)	44

7.1.4. DUSITANY (NO_2)	44
7.1.5. AMONNÉ IONTY (NH_4).....	45
7.1.6. ŽELEZO (Fe).....	45
7.1.7. MANGAN (Mn)	45
7.1.8. BARVA	46
7.1.9. ZÁKAL.....	46
7.2. MIKROBIOLOGICKÝ ROZBOR VODY	46
8. ZÁVĚR.....	49

SEZNAM ZKRATEK

A254	ABSORBANCE PŘI 254 nm
ABS	ABIOSESTON (mikroskopický obraz)
AOPK	AGENTURA OCHRANY PŘÍRODY A KRAJINY
ČR	ČESKÁ REPUBLIKA
ČSN	ČESKÉ TECHNICKÉ NORMY
ČSO	ČESKÁ SPOLEČNOST ORNITOLOGICKÁ
ČZU	ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA
ENTERO	ENTEROKOKY
EU	EVROPSKÁ UNIE
HOP	HYGIENICKÁ OCHRANNÁ PÁSMA
CHSK	CHEMICKÁ SPOTŘEBA KYSLÍKU
KNK	KYSELINOVÁ NEUTRALIZAČNÍ KAPACITA
KNK4.5	KYSELINOVÁ NEUTRALIZAČNÍ KAPACITA DO pH 4,5
KOLI	KOLIFORMNÍ BAKTERIE
KTJ	KOLONII TVOŘÍCÍ JEDNOTKA
KUMI22	KULTIVOVANÉ MIKROORGANISMY 22°C
KUMI36	KULTIVOVANÉ MIKROORGANISMY 36°C
MO	MRTVÉ ORGANISMY
PO	POČET ORGANISMŮ
PR	PŘÍRODNÍ REZERVACE
SčVK, a.s.	SEVEROČESKÉ VODOVODY A KANALIZACE
TKOLI	TERMOTOLELANTNÍ KOLIFORMNÍ BAKTERIE
Tvoda	TEPLOTA VODY
ZNK	ZÁSADOVÁ NEUTRALIZAČNÍ KAPACITA
ŽO	ŽIVÉ ORGANISMY

1. ÚVOD - PROCESY RAŠELINĚNÍ

Rašelinění se řadí mezi biochemické procesy. Je pro něj typická aktivita rozkladných organismů. Veškeré procesy se uskutečňují na rozhraní atmosféry s litosférou nebo hydrosférou, v hydrosféře a v prvních metrech usazenin sedimentární litosféry. Rozkladné reakce biochemické fáze jsou dvojí :

- a) **reakce biochemické** - probíhají formou oxidace nekromasy rozkladnými organismy. Za nepřístupu vzdušného kyslíku ji rozkládají organismy heterotrofní – anaerobní bakterie, plísně a houby. Za přístupu vzdušného kyslíku rozkládají nekromasu organismy autotrofní – aerobní bakterie.
- b) **reakce chemické** – probíhají bez účasti organismů. Jde hlavně o procesy oxidace, redukce a hydrolýzy. Vedou až k molekulární disperzi biopolymerů a k následné tvorbě autigenních organických gelů.

Rašelinění probíhá z části nebo zcela subakvaticky. Při dalším pokračování by došlo k úplnému rozkladu nekromasy. Působením geologických nebo biologicko–chemických ochranných faktorů dochází k tomu, že velká část biochemicky polorozložené nekromasy je zachována pro další procesy. Ty pak vedou ke tvorbě fosilních paliv. Geologickým ochranným faktorem je překrytí nekromasy další nekromasou nebo jílem. Biologicko – chemickým ochranným faktorem je tvorba nových látek, jedovatých pro rozkladné organismy, nárůst dehydratace nekromasy a jiné okolnosti způsobující zánik rozkladných organismů. Proto biochemické rozkladné reakce probíhají pouze v prvních desítkách centimetrů nekromasy. Hluběji je uplatnění rozkladných organismů podstatně menší (jen anaerobní bakterie). Lokalitami typického a kvantitativně výrazného rašelinění (humifikace) jsou rašeliníště v pásmu mírného až tropického klimatu. Intenzita rašelinění je nejvyšší v tzv. huminogenní zóně mezi povrchem a hloubkou 0,5 m. Rozkladnými organismy jsou bakterie aerobní, plísně a houby (do 0,5 m), od hloubky 0,5 – 10 m jen anaerobní bakterie. Roční přírůstek rašeliny se pohybuje v rozmezí 0,5 – 2,5 mm. [1]

Největší část nekromasy rašeliníšť tvoří vyšší (cévnaté) rostliny; a to jak jejich těla (kmeny, větve, stonky), tak jejich samostatné části (spory, pylová zrna, výrony pryskyřice, plody). Přístup vzdušného kyslíku je omezen. Při rašelinění vznikají a unikají CO_2 a CH_4 .

Typické znaky rašelinění:

- *rozklad ligninu, celulózy a proteinů*
- *syntéza degradačních produktů ligninu na gelovité huminové látky*
- *nerozkládají se pryskyřice, kutikuly, spory a pylová zrna*

Výsledným produktem rašelinění je **rašelina**, kterou definujeme jako organickou, hydrofilní, koloidní substanci, obsahující kolísavý podíl těl a částí vyšších rostlin, rozložených do různého stupně rašeliněním, dále minerální příměs a více než 75 % vody.

Elementární složení rašelinné organické substance :

C : 50 – 60 %

O : 33 – 40 %

H : 4,5 – 6 %

N : 0,9 – 3,5 %

S : 0,1 – 2 %

Poměr H : C kolísá okolo 0,1. Rašelina obsahuje kolem 20 % bitumenu, 40 % huminových látek, 40 % ligninu a až 40 % látek patřících ke kerogenům. [1]

V dnešních rašeliništích (cca 350. 10⁴ km²) se nekromasa vyšších rostlin hromadí a humifikuje ve velkém měřítku. Z jejich vývoje a z dalších poznatků jednoznačně vyplývá, že dnešní uhelné sloje jsou fosilní rašeliniště, jejichž rašelina byla prouhelňována a přeměněna v uhlí. Sloje, které vznikly z rašeliny nahromaděné na místě, se nazývají **autochtonní**. Akumulací nekromasy až po určitém transportu, např. nahromaděním kmenů v ústí řeky nebo nakupením mořských řas podél pobřeží, vznikly sloje, které se označují jako **alochtonní**.

U starších rašelinišť činí mocnost rašeliny až několik metrů a každoročně přispívají odumřelé části rostlin ke zvětšení této vrstvy humusu o 1 až 2 mm. O rašeliništi se hovoří tehdy, představuje-li mocnost rašeliny 20 až 30 cm. Při menší mocnosti rašeliny, jde o zrašeliněnou plochu. Dnešní rašeliniště zaujímají největší plochy v zóně mírného klimatu severní polokoule. Klasifikací se dělí :

a) podle vzhledu a mineralizace svých vod :

- vrchoviště
- slatiny
- přechodová rašeliniště

b) podle způsobu vzniku :

- stagnační – zarůstáním vodní nádrže
- irigační – zamokřením určité lokality

c) podle výskytu :

- limnická – ve vnitrokontinentální pánvi
- paralická – na pobřeží moře

2. KRUŠNÉ HORY A VZNIK KRUŠNOHORSKÝCH RAŠELINIŠŤ

Krušné hory vznikly při variském vrásnění v prvohorách, jejich současná podoba však byla dotvořena vyzdvižením kerné desky v třetihorách. Geologické podloží je tvořeno převážně z rul a svorů krušnohorského krystalinika prostoupených místy žulovými a křemennými porfyry. Půdní pokryv tvoří nejčastěji dystrické kambizemě a kambizemní podzoly, na podmáčených místech též gleje. Z hlediska geomorfologického členění náleží území do oblasti Loučenské hornatiny. Vrcholová část hornatiny je plochá s mírným sklonem k severozápadu, na jihovýchodě končí ostrým zlomovým svahem. Nejvyšším vrcholem oblasti je Loučná (956 m.n.m.), nejnižší položeným místem je obec Telnice (368 m.n.m.). [2]

Území je pramennou oblastí mnoha potoků odtékajících zaříznutými údolími jihovýchodního svahu do Bíliny (Bystřice, Modlanský potok, Ždírnický potok) a Labe (Jílovský potok) nebo opačným směrem do Saska (Flájský potok, Moldavský potok, Divoká Bystřice, Černý potok). Z vodních ploch je významná Flájská přehrada vybudovaná jako zásobárna pitné vody.

Klima je vzhledem k vyšší nadmořské výšce studené a vlhké. Převažující západní a severní větry přinášejí rychlou změnu počasí. Výsledkem jsou časté srážky, jejichž roční úhrny dosahují na náhorní plošině v průměru 900–1000 mm.

Původní smrko-jedlo-bukové porosty byly s rozvojem sklářského průmyslu a těžby rud nahrazovány smrkovými monokulturami. K jejich výraznému poškození došlo vlivem emisí ve druhé polovině 20. století. Po odtěžení odumřelých stromů byly imisní „holiny“ částečně zalesněny náhradními odolnějšími, ale často nepůvodními, dřevinami. Díky různé úspěšnosti obnovy lesů vznikla současná mozaika složená z mladých porostů, nezalesněných ploch a původních rašelinišť.

2.1. PROMĚNY KRAJINY

Krušnohorské lesy byly ještě počátkem 12. století neporušenými hvozdy. Původní porosty tvořené převážně bukem, jedlí a smrkem začaly být později těženy s rozšiřujícím se hornictvím a se zakládáním skláren. Od činnosti spojené s dobýváním rud, tzv. krušení, byl také odvozen název pohoří – Krušné hory. Ve druhé polovině 15. století příliv obyvatelstva do Krušných hor zesílil a oblast se stala až do poloviny minulého století nejhustěji osídleným pohořím v Čechách. Tento rozvoj zanechal své následky na původní

rozloze lesů, které byly na mnoha místech vykáceny a přeměněny na louky a pastviny. Pokud došlo k opětovnému zalesnění, byly vysazovány smrkové monokultury s nepůvodními ekotypy smrku. [2]

Začátkem druhé poloviny 20. století byl ráz krušnohorské krajiny silně poznamenán vysídlením původního německého obyvatelstva. Na mnoha místech se přestalo hospodařit tradičním způsobem, řada obcí v území zcela zanikla (Fláje, Vilejšov, Přední Cínovec, Mohelnice aj). Zemědělsky využívaná půda byla v dalších letech přeměňována nastupující sukcesí nebo cíleným zalesňováním. Spolu se snahou o rychlé zpětné zalesnění horských poloh docházelo i k negativnímu působení na rašeliniště. Na řadě míst byla rašeliniště odvodněna a otevřené plochy zalesňovány nepůvodním druhem borovice kleče.

V současné době opět převládají snahy o obnovu původních odtokových poměrů rašelinišť prostřednictvím revitalizací. Nejzávažnějším ohrožením se pro lesy staly emise z podkrušnohorských tepelných elektráren, které se nejintenzivněji projevíly v 70. letech minulého století. Vlivem vysoké koncentrace oxidu siřičitého odumřela většina smrkových porostů, zejména na náhorní plošině. Toto dlouhodobé negativní působení přerostlo v místní ekologickou katastrofu, jejíž následky jsou patrné dodnes. Imisní holiny byly znovu zalesňovány odolnějšími typy dřevin, nejčastěji břízou a nepůvodním smrkem pichlavým. Zdaleka ne všechny postižené lokality se však podařilo znovu úspěšně zalesnit.

Období od 90. let minulého století do současnosti lze charakterizovat poklesem průmyslového zatížení v podkrušnohorské pánvi a odsířováním hlavních zdrojů znečištění. Výsledkem je snížení obsahu znečišťujících látek v ovzduší a pokračující snaha o postupnou obnovu krušnohorských lesů. Nepůvodní dřeviny jsou nahrazovány původními druhy. Na vhodných stanovištích se vysazuje smrk ztepilý a ve vyšší míře také listnaté dřeviny, především buk. Pokud však má být tato obnova úspěšná, je nutné počítat se značnými finančními náklady, jež si zalesňování vyžádá. Břízy a smrky pichlavé vysázené v období největšího imisního zatížení splnily účel pro přechodné zalesnění a potlačení eroze. Vzhledem k vysoké kyselosti půdy zde ale již dále nemohou růst. Z tohoto důvodu se krušnohorská náhorní plošina zalesňuje původními odolnými dřevinami.

2.2. VZNIK KRUŠNOHORSKÝCH RAŠELINIŠŤ

Krušnohorská rašeliniště vrchovištního a přechodového typu začala vznikat již v raném postglaciálu při ústupu pevninského ledovce. Při nadbytku srážkové či podzemní vody v relativně chladném podnebí, v podmínkách trvalého zamokření terénu a v prostředí

chudém na živiny a bazické kationy, docházelo postupně k rozvoji rozsáhlých porostů vlhkomilných mechorostů rodu *Sphagnum* - rašeliníků, které nahradily původní ostrícovo - blatnicové močály odpovídající kontinentálnímu klimatu pozdní doby ledové. Podmínkou takového vývoje byl především trvalý nadbytek vody v rozměrných odumřelých buňkách, zvaných hyalocyty.

Husté a trvale přirůstající porosty rašeliníků jsou proto neustále nasyceny vodou; v jejich spodních vrstvách tak vládne anaerobní prostředí, při němž je blokován normální rozklad odumřelých rostlinných pletiv a dochází k tzv. **rašelinění**. Zatímco rašelinné vrstvy v průběhu posledních tisíciletí postupně "přirůstaly", extrémní podmínky těchto rašelinišť (silné zamokření, silná kyselá reakce půdního prostředí a naprostý nedostatek živin) nedovolovaly rozvoj normální lesní vegetace.

Charakteristická vegetace horských, klimaticky podmíněných rašelinišť (vrchovišť) tak po celou poledovou dobu zůstala, bez ohledu na postupné změny podnebí, pozoruhodně neměnná. V současné době proto tyto biotopy představují památné pozůstatky původních vegetačních forem raného postglaciálu, které jsou do značné míry podobné tundře dalekého severu a často poskytují útočiště typicky severním druhům rostlin a živočichů. Vrstvy rašeliny, vznikající postupným přirůstáním rašeliníku, dosahují na některých krušnohorských lokalitách až osmi metrů.

Po dosažení určité kritické výšky vrchoviště odroste rašeliník z dosahu zamokřených horizontů, jeho růst se zpomalí a nakonec ustane; ve vegetaci převládnu malé keříky (brusinka, vložyně, šicha, vřes), nebo některé traviny a živé rašeliniště se přemění ve vřesoviště, postupně zarůstající rašelinnou klečí nebo vzácně borovicí blatkou, břízou pýřitou a smrkem ztepilým. Konečnou fází tohoto vývoje pak představují rašelinné smrčiny, blatkové bory a porosty rašelinné kleče - přirozená vegetace organogenních půd na náhorní planině východních Krušných hor.

V posledním století byl tento přirozený vývoj vegetace horských rašelinišť v Krušných horách výrazně urychlen jejich umělým odvodňováním, které bylo prováděno v souvislosti s pěstováním lesa a s lokální těžbou rašeliny, probíhající zejména v 19. století. Na území jednotlivých přírodních rezervací i celé přírodní ptačí rezervace Východní Krušné hory jsou proto v zájmu postupné revitalizace těchto památných biotopů dříve vybudované hydromeliorační sítě rušeny hrázkováním odvodňovacích příkopů. Tyto práce jsou souběžně prováděny na české i německé straně státní hranice. V důsledku toho dohází k postupnému zadržení vody, zvýšení hladiny podzemní vody a jejímu rozlití

v prohlubních a vytvoření jezera. V těchto místech dochází k odumírání nerašeliníšní vegetace, návratu vodního ptactva a k rozmnožení obojživelníků v těchto nádržích. Zároveň se navrácí původní flóra.

3. MEZINÁRODNÍ VÝZNAM KRUŠNOHORSKÝCH RAŠELINIŠŤ

Krušnohorská rašeliniště jsou vyhlášena mokřady mezinárodního významu (**Obrázek 1**). Stala se 12. lokalitou v České republice, která byla zařazena do této kategorie. Součástí mokřadu jsou Cínovecké rašeliniště, Novodomské rašeliniště, Svatošebestiánská, Kovářská, Božídarské rašeliniště a Rolava. Celková rozloha mokřadu je 11 224 hektarů. Jejich prohlášení mokřady mezinárodního významu má přispět k větší ochraně cenných přírodních biotopů.

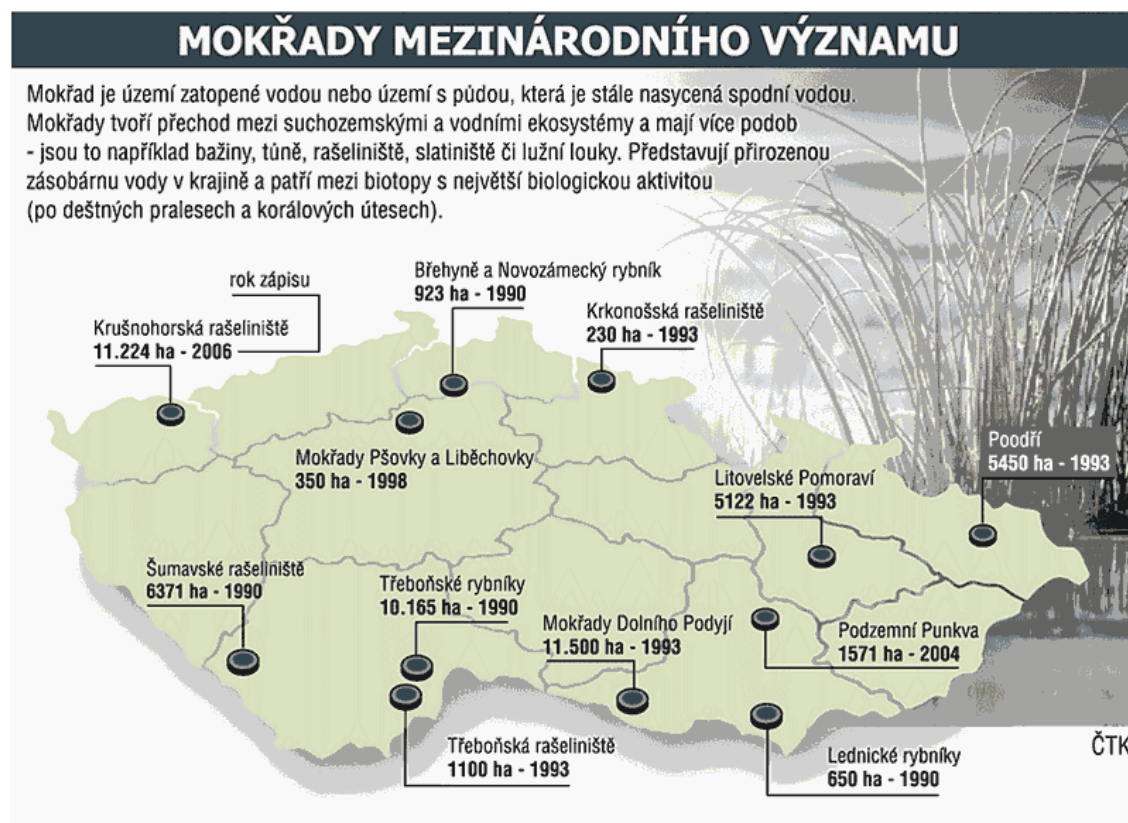
Mokřady patří do dvou ptačích oblastí, kterými jsou **Novodomské rašeliniště - Kovářská** a **Východní Krušné hory**. Přiradila se tak k dalším, jako jsou například Šumavská rašeliniště, Třeboňské či Lednické rybníky, Krkonošská rašeliniště nebo Podzemní Punkva. A po mokřadech Dolního Podyjí jsou největšími v celých Čechách.

Krušnohorská rašeliniště byla zapsána v roce 2006 do seznamu významných mokřadů podle takzvané Ramsarské úmluvy z roku 1971. Tato dohoda má zajistit celosvětovou ochranu a rozumné využívání všech typů mokřadů. Jednotlivé lokality tvořící chráněné mokřady v Krušných horách jsou roztroušena od Hory Svaté Kateřiny v Ústeckém kraji po Stříbrnou v Karlovarském kraji. .

V případě Božího Daru se to týká cenných území mimo Božídarské rašeliniště, které je chráněnou rezervací. Jakýkoliv statut chráněné lokality ovšem chybí územím ve směru k Horní Blatné. V minulosti se alespoň podařilo vyhlásit lokalitu jako přírodní park. Důležité ovšem je, aby takto chráněné oblasti byly přístupné nejen odborníkům, ale rovněž veřejnosti. Například božídarské rašeliniště bylo kvůli havarijnímu stavu naučné stezky dva roky nepřístupné veřejnosti.

Krušnohorská rašeliniště jsou unikátním komplexem rašelinišť vzniklých na suťových vývěrech podzemních vod. Do seznamu mezinárodního významu jsou zařazena pro svou unikátnost danou výskytem zranitelných, ohrožených nebo kriticky ohrožených rostlinných a živočišných druhů.

Vyhlášení Krušnohorských rašelinišť mokřady mezinárodního významu má v budoucnu ochránit nejen flóru a faunu, ale zejména jejich funkci velkého přírodního rezervoáru vody. Mělo by se tak předejít takovým případům, jako je necitlivé budování odvodňovacích systémů a těžba rašeliny.

Obrázek 1 Grafický přehled mokřadů v ČR¹

3.1.OCHRANA ÚZEMÍ

Na náhorní plošině východního Krušnohoří se i přes negativní dopady imisí působících v minulých letech stále nachází přírodní stanoviště zasluhující ochranu. V roce 2004 se území stalo ptačí oblastí soustavy Natura 2000 vyhlášené dle směrnice o ochraně volně žijících ptáků. K ochraně nejceněnějších mokřadních stanovišť jsou na území ptačí oblasti dosud vyhlášena 4 maloplošná zvláště chráněná území (PR Černý rybník, PR Grünwaldské vřesoviště, PR Cínovecké rašeliniště, PR Černá louka). Většina rašelinišť byla v minulosti negativně ovlivněna těžbou rašeliny a odvodňováním, přesto některá dodnes zůstala zachována.

3.1.1.NATURA 2000

Jedná se o soustavu lokalit chránících ohrožené druhy rostlin, živočichů a přírodní stanoviště na území Evropské unie.

¹ http://www.birdlife.cz/wpimages/video/IBA_roku_2008.pdf

Tvoří jí ptačí oblasti a evropsky významné lokality, území vyhlášená podle dvou hlavních právních předpisů na ochranu přírody v EU:

- ***Směrnice o ochraně volně žijících ptáků*** (zkráceně Směrnice o ptácích)
- ***Směrnice o ochraně přírodních stanovišť, volně žijících živočichů a planě rostoucích rostlin*** (zkráceně Směrnice o stanovištích)

Ptačí oblasti (Special Protection Areas, SPAs) se vyhláší pro druhy vyjmenované v příloze I Směrnice o ptácích a pravidelně se vyskytující stěhovavé druhy, které nejsou v příloze I uvedeny. Nejsou zvláště chráněnými územími. Zřizuje je vláda nařízeními, které neobsahují zákazy, ale mohou stanovit činnosti vyžadující souhlas orgánu ochrany přírody. V ČR bylo dosud vyhlášeno 39 ze 41 navržených ptačích oblastí.

Evropsky významné lokality (Sites of Community Importance, SCIs) jsou místa chránící přírodní stanoviště vyjmenovaná v příloze I nebo stanoviště druhů rostlin a živočichů z přílohy II Směrnice o stanovištích. Národní seznam 879 evropsky významných lokalit ve dvou biogeografických oblastech (panonská, kontinentální) stanovila vláda ČR nařízením. Evropská komise vyhodnotila počet lokalit za nedostatečný a požaduje seznam doplnit. V panonské biogeografické oblasti již byly lokality doplněny, v kontinentální oblasti doplňování lokalit stále probíhá.

Významná ptačí území (Important Bird Areas, IBAs) se vyhláší v rámci stejnojmenného programu mezinárodního sdružení nevládních organizací na ochranu ptactva BirdLife International. Cílem programu je vymezit a chránit síť lokalit, významných jako hnízdiště, zimoviště a tahové zastávky ohrožených druhů ptáků. Území se určují podle standardních vědeckých kritérií, použitelných na třech úrovních – celosvětové, evropské a Evropské unie. Kritéria pro EU byla Evropským soudním dvorem uznána jako kritéria vhodná pro určování ptačích oblastí soustavy Natura 2000. Národní seznamy významných ptačích území používá Evropská komise jako podklad pro posouzení, zda členský stát svou povinnost vyhlásit ptačí oblasti splnil dostatečně.

3.1.2. PTAČÍ OBLASTI

A) NOVODOMSKÉ RAŠELINIŠTĚ – KOVÁŘSKÁ

Ptačí oblast o rozloze 15 962,6 ha se nachází na hřebenu Krušných hor a rozkládá se od Nové Vsi v Horách na východě přes oblast kolem Hory sv. Šebestiána, oblast kolem Přísečnické přehrady a přes Kovářskou, až po vrchol Macechy na západě. Jedná se o

krušnohorskou parovinu v nadmořských výškách od 830 do 1113 metrů. Oblast má charakter slabě zvlněné krajiny s mírnými svahy a jednotlivými vrcholy kopců.

Nejvýznamnější rašeliniště se nacházejí v oblasti Macechy, Horní Halže, Kovářské, Mezilesí, Výsluní, Pod Jelení horou a Novoveské rašeliniště, Polské a Novodonské rašeliniště, Pohraniční, Slepíčí step, Volárna a oblast Medvědí hory. Zbytky původně rozsáhlejších bukových porostů zůstaly zejména v oblasti Jelení hory, PR Bučina na Kienhaidě a PR Buky a javory v Gabrielce.

Z hlediska výskytu chráněných a ohrožených druhů ptáků jsou nejvýznamnějšími stanovišti právě rašeliniště, zbytky původních porostů, fragmenty starých, většinou podmáčených a zrašeliněných smrčín a podmáčené louky. Z hlediska výskytu tetřívka obecného (*Tetrao tetrix*) jsou dnes velmi významné i rozvolněné části imisních porostů, kde v současné době převažují břízy.

Předmětem ochrany jsou dva druhy přílohy I směrnice o ptácích se zcela odlišnými nároky na stanoviště – **tetřívek obecný** (*Tetrao tetrix*) a **žluna šedá** (*Picus canus*). Z dalších 14 druhů přílohy I mají významné populace **chřástal polní** (*Crex crex*) párů, **sýc rousný** (*Aegolius funereus*) a **datel černý** (*Dryocopus martius*).

Kromě druhů přílohy I jsou charakteristickými a významnými druhy pro tuto oblast např. bekasina otavní (*Gallinago gallinago*), sluka lesní (*Scolopax rusticola*), vodouš kropenatý (*Tringa ochropus*), puštík obecný (*Strix aluco*), křepelka polní (*Coturnix coturnix*), krutihlav obecný (*Jynx torquilla*), linduška luční (*Anthus pratensis*), bramborníček hnědý (*Saxicola rubetra*), kos horský (*Turdus torquatus*), hýl rudý (*Carpodacus erythrinus*), ořešník kropenatý (*Nucifraga caryocatactes*).

Z hlediska současného ohrožení populace tetřívka obecného se jako jeden z významných faktorů jeví rozvoj masové turistiky, a to hlavně zimních sportů v oblasti rašelinišť. Jedná se jak o klasické zimní běžecké stopy, tak v poslední době velmi rozšířené používání sněžných skútrů. Pravidelné ježdění skútry v oblasti zimujících populací může mít v budoucnu velmi výrazný negativní vliv.

V celé oblasti stále rovněž přetrvává velký tlak na stavbu větrných elektráren, a to i v oblastech pravidelných tokanišť a hnízdišť tetřívka obecného. V ptačí oblasti, jež je vyhlášena pro druh, u něhož je známo negativní ovlivnění provozem větrných elektráren, by tyto stavby neměly být vůbec umístovány

B) VÝCHODNÍ KRUŠNÉ HORY

Ptačí oblast o rozloze 16 368 ha byla vymezena nařízením vlády ČR č. 28/2005 Sb. ze dne 15. prosince 2004. Předmětem ochrany ptačí oblasti je populace tetřívka obecného a jeho biotop. Zmíněný druh zde z hlediska početnosti splňuje dlouhodobě kritéria pro vyhlášení ptačí oblasti. Cílem ochrany ptačí oblasti je zachování a obnova ekosystémů významných pro tetřívka obecného v jeho přirozeném areálu rozšíření a zajištění příznivých podmínek pro zachování současné populace.

Tetřívek obecný (*Tetrao tetrix*) (Obrázek 2; Obrázek 3) :

Obývá mozaiku různověkých lesních porostů, pasek, rašelinišť, vlhkých luk a pastvin v horských a podhorských oblastech. Nejdůležitější součástí jeho života je jarní tok. Probíhá na otevřených plochách, kde jsou ptáci dostatečně vidět a zároveň jsou chráněni před náhlým útokem predátorů. Brzy na jaře se tetřívci shromažďují na tradičních místech – tokaništích, nebo tokají jednotlivě roztroušeni v řídkých lesních porostech. Během toku jde o specifický druh chování, kdy se samci předvádějí před samicemi. Po oplození samice snáší v průběhu května do nenápadné jamky vystlané peřím snůšku 6–10 vajec. O snůšku a mláďata se stará pouze samice. Mláďata se líhnou po 25 dnech a připojují se k samici při hledání potravy. Zpočátku se živí hmyzem, u dospělých ptáků v potravě převažují různá semena, výhonky, pupeny a bobule. Mladí ptáci se až do konce léta drží v rodinách, teprve na podzim se rozdělují do hejnek oddělených podle pohlaví. Tetřívci jsou stálí, za nepříznivého počasí se mohou přemísťovat na kratší vzdálenosti nebo naopak přečkávat mrazivé dny v úkrytech pod sněhem.



Obrázek 2 Kohoutek tetřívka obecného (Foto: J. Bohdal)¹



Obrázek 3 Slepička tetřívka se vyznačuje stejně jako samice ostatních kurovitých ptáků nenápadným ochranným zbarvením (Foto: L. Hlásek)¹

Vrchol početnosti u nás zaznamenal tetřívek obecný na počátku 20. století, kdy se vyskytoval na většině území. Od poloviny minulého století probíhá trvalý pokles a ústup tohoto druhu z dříve obývaných lokalit. Tetřívci vymizeli z celého vnitrozemí, pouze malé populace se udržely ve vojenských újezdech Libavá, Boletice a v Doupovských horách. Posledními útočišti tak zůstávají pohraniční pohoří, jako jsou Šumava a Novohradské hory, Krušné hory, Jizerské hory a Krkonoše. Krušné hory dnes představují jednu z nejvýznamnějších oblastí výskytu tetřívka v ČR. V roce 2005 bylo v rámci celostátního sčítání tetřívků v ČR zjištěno 650–700 tokajících kohoutků, z nichž téměř polovina byla zaznamenána v Krušných horách. V Ptačí oblasti Východní Krušné hory se dnes vyskytuje 140–170 tokajících kohoutků. Tetřívci zde obývají rovnoměrně celou oblast – rozsáhlá rašeliniště, imisní porosty v západní části a v relativně velkém počtu i téměř bezlesou východní část území s loukami, pastvinami a rozptýlenou zelení.

3.1.3. ORNITOLOGICKÝ VÝZNAM ÚZEMÍ

Na vlhkých loukách a podmáčených stanovištích se vyskytuje bekasina otavní (*Gallinago gallinago*) (Obrázek 5). Podobné prostředí obsazuje i chřástal polní (*Crex crex*), na méně podmáčených a suchých loukách se dále vyskytuje křepelka polní (*Coturnix coturnix*). Krajina s rozptýlenou zelení je hnízdištěm ůuhýka obecného (*Lanius collurio*) a bramborníčka hnědého (*Saxicola rubetra*). Na vlhčích loukách, např. v okolí Moldavy a Habartic, hnízdí též nehojně hýl rudý (*Carpodacus erythrinus*). V otevřené

krajině je možné vzácně zastihnout motáka pilicha (*Circus cyaneus*) zaletujícího na louky za potravou. Přes území rovněž přetahují některé další druhy. Ze zjištěných lze jmenovat luňáka červeného (*Milvus milvus*), luňáka hnědého (*Milvus migrans*) a hlavně velké množství husí, zejména husu polní (*Anser fabalis*) a husu běločelou (*Anser albifrons*). Přestože ptačí oblast nepatří z hlediska avifauny k druhově nejbohatším, hnízdí zde pravidelně kromě tetřívka obecného dalších 11 druhů uvedených v příloze I Směrnice o ptácích a jiné zvláště chráněné druhy. V západní části území, především v okolí Flájské přehrady, žije početná populace sýce rousného (*Aegolius funereus*) hnízdící převážně ve vyvěšených budkách (**Obrázek 4**). Z dalších druhů sov, avšak ve výrazně nižším počtu, se v oblasti vyskytuje kulíšek nejmenší (*Glaucidium passerinum*) a výr velký (*Bubo bubo*). Ve starších lesních porostech ojediněle hnízdí čáp černý (*Ciconia nigra*). V lesích je též možné častěji zastihnout datla černého (*Dryocopus martius*) a ořešníka kropenatého (*Nucifraga caryocatactes*). Z druhů obtížněji zjištělných se vzácně objevuje lelek lesní (*Caprimulgus europaeus*), hojněji naopak sluka lesní (*Scolopax rusticola*).



Obrázek 4 Sýc rousný je v ptačí oblasti hojným druhem
(Foto: D. Boucný)¹



Obrázek 5 Bekasina otavní (Foto: D. Boucný)¹

3.1.4.FAUNA A FLÓRA

Nejvzácnější druhy fauny a flóry se v Krušných horách vyskytují v prostředí rašelinišť, rašelinných a podmáčených smrčín a na rašelinných loukách. Krušnohorská rašeliniště náleží k vrchovištnímu typu, který se vyznačuje šlenky vyklenutými nad úroveň povrchu a níže položeným okrajovým laggem. Rašeliniště představují ze zoocenologického hlediska prostředí s výrazně odlišnými životními podmínkami. Z důvodu své izolovanosti zde přežívá řada specializovaných druhů živočichů, kteří vyžadují právě tento biotop a nikdy ho neopouštějí. Nejčastěji se jedná o bezobratlé živočichy. Jejich typickým zástupcem je pro krušnohorská rašeliniště střevlík Ménetriešův (*Carabus menetriesi*) (**Obrázek 6**).

Z obratlovců lze na rašeliništích zastihnout i jinde běžně se vyskytující druhy, např. ještěrku živorodou (*Lacerta vivipara*) a zmiji obecnou (*Vipera berus*) (**Obrázek 7**), včetně její černě zbarvené formy. Vyskytuje se zde řada chráněných a pro tento biotop charakteristických druhů rostlin. Nejvzácnějšími jsou pozůstatky z poslední doby ledové, tzv. glaciální relikty. Patří mezi ně např. bříza trpasličí (*Betula nana*), rojovník bahenní (*Ledum palustre*), šicha černá (*Empetrum nigrum*) a kyhanka sivolistá (*Andromeda polifolia*). Dále se zde můžeme setkat s velmi nápadným suchopýrem pochvatým (*Eriophorum vaginatum*) nebo rosnatkou okrouhlolistou (*Drosera rotundifolia*) (**Obrázek 8**). Na většině krušnohorských vrchovišť se vyskytují souvislejší porosty borovice rašelinné (*Pinus x pseudopumilio*).



Obrázek 6 Střevlík Ménetriešův se vyskytuje v ČR pouze na rašeliništích (Foto: J. Hlášek)¹



Obrázek 7 *Zmije obecná* se vyskytuje nepříliš hojně ve středních a vyšších polohách (Foto: J. Hlásek)¹



Obrázek 8 *Rosnatka okrouhlolistá*ⁱ

3.1.5. OHROŽENÍ VÝSKYTU TETŘÍVKA OBEČNÉHO A OCHRANNÁ OPATŘENÍ

Změna celkového charakteru biotopu je dnes pro tetřívka obecného jedním z hlavních ohrožujících faktorů. Tetřívky nacházel v minulých letech ideální hnízdní prostředí na rozsáhlých imisních holinách a pasekách s nízkým porostem dřevin, které vytvořily náhradní prostředí za odvodněná rašeliniště. V současné době dochází s pokračujícím vývojem lesů k přeměně lesních porostů. Zarůstáním pasek a imisních holin nebo zalesňováním neobhospodařované zemědělské půdy se zmenšuje rozloha otevřených ploch. V povodí Flájské přehrady dokonce hrozí obnova odvodňovacích příkopů a tím další degradace rašelinišť. Vlivem těchto změn jsou tak ohrožena tokaniště tvořící významnou součást biotopu tetřívky. Ohrožení představuje i zvyšující se intenzita turistického využití území, zejména nevhodné umístění lyžařských tras. Tetřívky je druhem citlivým k jakékoliv formě rušení, především v období toku, hnízdění a zimování. Zcela novým fenoménem jsou snahy na využití větrného potenciálu Krušných hor k výstavbě větrných elektráren. Záměry na výstavbu větrných farem se na území ptačí oblasti počítají na desítky, přičemž plánované umístění stožárů se nezdá kryje s nejceněnějšími lokalitami výskytu tetřívky. Nejvíce ohrožená jsou tokaniště, která se nacházejí na otevřených plochách ve vrcholových částech náhorní plošiny. Větrné elektrárny postavené na nevhodných místech ohrožují tetřívky několika způsoby – záborem plochy pro výstavbu, hlukovým rušením, rizikem kolize ptáků s rotory. Zmiňované faktory mohou způsobit to, že tetřívci z takových lokalit vymizí.

Pro zachování populace tetřívky obecné v dlouhodobě příznivém stavu je nezbytná realizace celé řady ochranných opatření (**Obrázek 9**). Proto byl pro Ptačí oblast Východní Krušné hory, stejně jako pro další ptačí oblasti, zpracován tzv. souhrn doporučených opatření. V současné době jsou tato opatření projednávána s vlastníky pozemků a hospodařícími subjekty. Jejich cílem by mělo být především zlepšení podmínek biotopu tetřívky a odstranění hlavních příčin ohrožení. Prioritním opatřením je revitalizace rašelinišť, která jsou přirozenými centry pro dlouhodobé přežití kritériového druhu a jeho další šíření. Toto opatření spočívá především ve zrušení odvodňovacích kanálů a obnově přirozeného vodního režimu. Ten by měl napomoci zahájit rozvoj rašelinné vegetace a zastavit zarůstání otevřených ploch stromovou vegetací. Další opatření jsou zaměřena na úpravu lesního hospodaření. Na vybraných plochách by po dohodě s lesními hospodáři měl být zajištěn vysoký podíl listnatých dřevin, především břízy a jeřábu. Porosty by měly

dosahovat nižšího zkamenění a výšky. Některá místa by neměla být zalesněna vůbec. Také na nelesní půdě je plánována revitalizace mokřadů, odstranění meliorací a zadržení odtoku vody z krajiny. Po ústupu zemědělské činnosti v horských oblastech je žádoucí podporovat sečení luk a redukci náletové zeleně v místech tradičních tokanišť. Potravní nabídku tetřívka zlepší i navrácení liniové zeleně podél cest a na kamenných snosech. Aktivní péče zahrnuje též redukci predátorů, hlavně divokých prasat, lišek a kun. Na vybraných lokalitách bude nezbytné regulovat i turistické využívání.



Obrázek 9 Hrazení odvodňovacích kanálů je účinným opatřením k zastavení degradace rašelinišť a jejich celkové revitalizaci (Foto: O. Volf)¹

3.2. MONITORING A VÝZKUM

Početná populace tetřívka obecného i dalších ptačích druhů je v území objektem zájmu profesionálních i amatérských ornitologů. Podrobný monitoring tetřívka v celých Krušných horách probíhá již od roku 2000 pod patronací České zemědělské univerzity v Praze (ČZU) a České společnosti ornitologické (ČSO). Každoročně je organizováno sčítání tokajících kohoutků, které podává základní představu o trendech zdejší populace.

Sčítání tetřívků probíhá na tradičních tokaništích i na dalších místech, kde tokají osamocení kohoutci. ČZU se věnuje biologii tetřívka v rámci řady dalších výzkumných projektů, jež jsou zaměřeny na složení potravy, biotopové nároky, míru predace a genetiku populací v ČR i v zahraničí. Telemetrické sledování prokázalo celoroční vazbu na blízkost tokanišť a překvapivě malý prostor, který ptáci v průběhu roku využívají. ČZU provádí v území také výzkum populace sýce rousného, který hnízdí zejména v západní části ptačí

oblasti. K hnízdění sýc využívá kromě solitérních buků a zbytků starých smrkových porostů především vyvěšené budky. Na početném vzorku populace je zkoumána hnízdní úspěšnost, potrava, predace i další charakteristiky biologie tohoto druhu. Pracovníci AOPK ČR a členové ČSO se v území dále věnují monitoringu a mapování výskytu chřástala polního, bekasiny otavní a dalších druhů. V případě chřástala polního se věnuje speciální pozornost také způsobu hospodaření včetně lokalit zařazených do agroenvironmentálních programů. Záměry, které by mohly mít významný vliv na předmět ochrany ptačí oblasti, je nutno posuzovat podle pravidel evropských směrnic. Realizaci takového záměru by proto vždy měl předcházet podrobný ornitologický průzkum zaměřený na tetřívka jako kritériový druh, ale i na další ohrožené druhy. (**Obrázek 10**)



Obrázek 10 Výzkum zaměřený na prostorovou aktivitu tetřívka obecného byl v ptačí oblasti realizován i za použití telemetrie (Foto: V. Bejček)¹

4. TECHNOLOGICKÝ PROCES ÚPRAVY PITNÉ VODY Z BÍLÉHO POTOKA

4.1. BÍLÝ POTOK A KVALITA SUROVÉ VODY

Bílý potok je drobný vodní tok, který pramení v Krušných horách, v oblasti přírodní rezervace Černý rybník. Pro vodu v potoce je charakteristický vysoký obsah huminových látek, který je způsoben přítomností rašelinišť poblíž pramene potoka a jeho přítoků. (**Obrázek 11**)



Obrázek 11 Mapa oblasti²

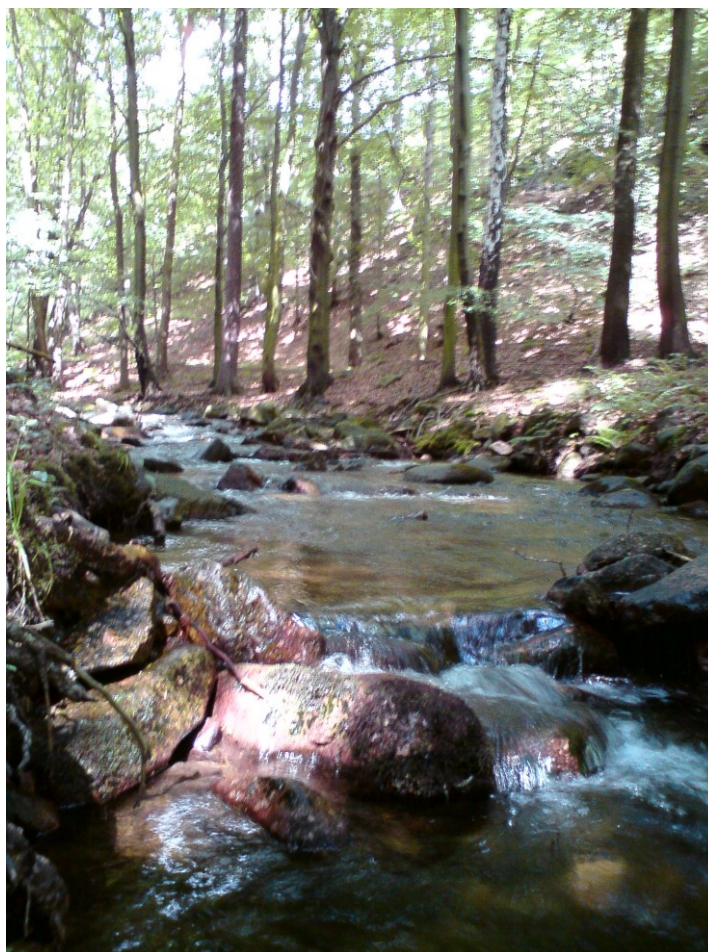
Horní tok prochází údolím Šumného dolu a protéká ve svém přirozeném korytě a vysoké čistotě vody. Z tohoto důvodu je voda odebírána nedaleko obce Šumná a následně upravována na úpravně vody Bílý potok. Upravená voda posiluje zásobování měst Mostu, Litvínova, závodu Unipetrol RPA a přilehlých obcí pitnou vodou. (**Obrázek 12**)

Střední tok začíná před aglomerací Litvínov, kde je koryto regulováno buď zpevněním anebo přímo betonovými zdmi. Jelikož potok pramení v nadmořské výšce kolem 800 m n.m., tedy téměř na hřebenu Krušných hor, kde bývá poměrně vysoká sněhová pokrývka, která vlivem velkých dešťových srážek na sněhovou pokrývku a následného výrazného zvýšení teploty vzduchu začíná náhle odtávat, dochází ke značnému

² <http://www.mapy.cz>

zvýšení průtoku a hladiny Bílého potoka. Vzhledem ke konfiguraci terénu jsou tedy vodoteče v prostoru zástavby města Litvínov zatrubněny, přičemž před vstupem do zatrubnění jsou česla. V tomto úseku se potok "ztrácí" do podzemí, kde je veden v délce asi 500 m a poté, co tok opouští podzemí, je veden regulovaným korytem s kaskádami. Po opuštění města směřuje jižním směrem podél komunikace I/15 Litvínov - Most.

Dolní tok je oblastí, ve které tok směřuje otevřeným korytem směrem k chemickým závodům v Záluží u Litvínova. V místech, kde vede tok závodem, je v úseku několika set metrů zatrubněn. Vzhledem k omezeným kapacitním možnostem zatrubnění, bylo vybudováno odlehčovací koryto, jež je zaústěno do Loupnice. Po opuštění potrubí protéká Bílý potok otevřeným korytem prostorem čistírenského komplexu odpadních vod chemických provozů. Bezprostředně po opuštění areálu Unipetrol RPA se Bílý potok vlévá do řeky Bíliny. V dolní části toku kvalita vod klesá následkem znečištění průmyslem.



Obrázek 12 Bílý potok v údolí Šumného dolu (Foto:R. Koulová)

4.1.1. KVALITA SUROVÉ VODY Z BÍLÉHO POTOKA

Teplota vody během roku kolísá, v zimním období klesla až pod 0°C a v létě vystoupila nad 11°C. Je silně závislá na teplotě vzduchu, naměřené hodnoty svědčí o horském a studeném charakteru toku, který svou teplotou vyhovuje využití ve vodárenství. Z hlediska dalších fyzikálních vlastností je voda téměř po celý rok čirá a bezbarvá. Výraznější pach vody nebyl zjištěn. Po stránce fyzikálních vlastností tedy voda vyhovuje požadavkům kladeným na pitnou vodu. [3]

Reakce vody je mírně kyselá a pohybuje se v rozmezí pH 6,0 -6,8. Alkalita vody (KNK) je nízká: 0,1 – 0,3 mval/l. Protože acidita vody (ZNK) byla zjištěna většinou jen v setinách mval/l, projevuje se i přes nedostatek ochranné alkality jen mírná uhličitanová agresivita. [3]

Celková tvrdost vody se pohybuje v rozmezí 0,4 – 0,5 mmol/l, jedná se tedy o vodu měkkou. Tvrdost vody je převážně nekarbonátového typu. V souladu s tím je i celkový mineralizační stupeň, vyjádřený odparkem, nízký (100 – 180 mg/l). Díky nízkému mineralizačnímu stupni a nedostatku alkality se projevuje výluhová agresivita vody.

Oxidovatelnost (CHSK), která často bývá rozhodujícím kritériem použití povrchových vod pro pitné účely, je nízká a vypovídá o výborné kvalitě vody z hlediska znečištění organickými látkami.

Zjištění železa je malé a odpovídá normě. Nález manganu byl ve většině případů negativní.

4.2. FLÁJSKÁ NÁDRŽ A KVALITA SUROVÉ VODY

Vodní dílo Fláje leží na Flájském potoce 3 km nad příhraniční obcí Český Jiřetín a 9 km severně od Litvínova. Flájský potok pramení v rašeliništi severozápadně od Nového Města ve výšce 850 m n. m. a odtéká do Saska, pod Českým Jiřetínem. Do nádrže jsou zaústěny ještě další přítoky, z nichž největší jsou Mackovský potok, Radní potok a Červený potok. Dílo bylo vybudováno za účelem zásobování Mostecka a Teplicka pitnou vodou ve spolupráci s již dříve vybudovaným vodním dílem Janov (**Obrázek 13**). Zároveň slouží i k protipovodňové ochraně území pod nádrží, k zajišťování mezinárodní smlouvou garantovaného průtoku v hraničním profilu a od poloviny 90. let i pro zlepšování průtokových, a tím i hygienických podmínek v tocích v severní části Mostecka. To se děje částečným vypouštěním vody přiváděné na úpravnu vody v Meziboří do Poustevnického potoka. Myšlenka využití Flájského potoka pro zásobování uhelných pánevních oblastí

v povodí Bíliny, chudých na vodu, nebyla nová. První hydrologické a terénní průzkumy se datují již do roku 1908. Nedostatek vody v Litvínově v roce 1949, problémy teplické vodárny a nová bytová výstavba v Podkrušnohoří se staly novým impulsem pro využití Flájského potoka. Bylo tedy vyhledáno nové přehradní místo, protože původní německý projekt měl malou plochu povodí, nedostatečnou nádrž a špatné základové podmínky hráze. Přípravné práce na novém profilu, 500 m pod zaústěním Červeného potoka, byly zahájeny v létě 1950. Hráz byla navržena ve dvou alternativách, a to jako betonová pilířová typu Noetzli, nebo betonová tížná. I přes složitější bednění byla z ekonomických důvodů, ale i pro tehdejší nedostatek cementu, vybrána varianta pilířové přehrady, která uspořila asi 30 % objemu betonu. Výstavba nebyla jednoduchá a trvala až do roku 1963.

Hráz, která je jedinou pilířovou přehradou v Čechách, je řešena po vzoru 73 m vysoké švýcarské pilířové přehrady Lucendro z roku 1947. Skládá se z 19 pilířů typu Noetzli a 15 bloků tížných, z nichž je 10 na pravé straně hráze a 5 na levé. Mezi pilíři vznikají obrovské dutiny podobné lodím církevních chrámů. Těsnění podloží hráze se uskutečnilo jednořadou injekční clonou na průměrnou hloubku 20 m. Zazubená základová spára pilířů je přímo na žulovém podloží. Přímá je hráze, jen v pravé části zakřivena obloukem o poloměru 200 m, má výšku nad základem 55,5 m a délku v koruně 459 m. Koruna měla šířku 8 m a vedla po ní silnice III. třídy, při její rekonstrukci v letech 1998-99 byla doprava po hrázi vyloučena a koruna zúžena na 6 m. Šířka hráze v patě je až 53 m, při celkovém objemu betonových konstrukcí 194 000 m³. Pro unikátní technické řešení je přehrada v Česku kulturní památkou. Vzniklá nádrž má celkový objem 23,1 mil. m³ při zatopené ploše 153 ha. Spodní výpusti průměru 1 200 mm jsou umístěny na konzolách po stranách středních pilířů hráze. Zde se nachází i přemostěný korunový bezpečnostní přeliv o třech polích přelivné délky 3 x 11,5 m. Pod hrází je mohutný železobetonový vývar s hloubkou 2,4 m. Odběr pro úpravnu vody v Meziboří se zajišťuje pomocí tlakové štolý délky 5 285 m a ocelového tlakového přivaděče o průměru 1 200 mm a délky 1904 m. Vtok do štolý je situován na levém břehu nádrže. Na konci tlakového přivaděče stojí před úpravnou vody špičková vodní elektrárna o výkonu 2 x 4 MW.



Obrázek 13 Vodní dílo Fláje³

4.2.1. KVALITA VODY Z FLÁJSKÉ NÁDRŽE

Voda ve Flájské nádrži je poměrně chladná, její teplota se pohybuje od 2°C do 11°C. Z fyzikálních vlastností je patrná značná barva vody, která vysoce překračuje hranici povolenou normou (max. 43 – 47 mg Pt/l). Zákal nebyl stanovován, ale vzhledem k tomu, že se jedná o vodu z nádrže, nebude podstatně zvýšen. [3]

Reakce vody je kyselá, pH je většinou nižší než 6. Alkalita vody je nízká, kolem 0,15 mval/l. Celková tvrdost vody je nízká, vodu lze označit za velmi měkkou. Tvrdost je hlavně nekarbonátového typu.

Oxidovatelnost vody je zvýšená nad hranici hodnot povolených norem a pohybuje se v průměru 4,9 – 6,8 mg/l. Zvýšená oxidovatelnost a barva je způsobena obsahem huminových látek.

Výsledná kvalita surové vody je přímo úměrná poměru množství připouštěné surové vody z Flájské štoly k množství vody ve vodoteči Bílý potok, protože každý z těchto zdrojů má naprosto odlišnou kvalitu vody.

³ <http://www.poh.cz/vd/flaje.htm>

4.3. HYGIENICKÁ OCHRANNÁ PÁSMA (HOP)

Oblast povodí, ze kterého je voda odebírána a následně upravována, patří do oblasti hygienických ochranných pásem.

Celková plocha povodí, které leží v horské oblasti, činí 16,7 km². Povodí je tvořeno horským terénem s nadmořskou výškou 450-900 m. Z 85% je zalesněno, a to převážně listnatými stromy (převládající dřevinou je buk lesní, ve větší míře je zastoupen smrk ztepilý, ojediněle se vyskytuje javor klen a podíl jedle bělokoré oproti minulosti neustále klesá a tvoří už jen jednotlivě vtroušené výstavky). Zbytek území tvoří horské louky a intravíán obce Klíny. Ochranné pásmo 2. stupně je navrženo v celém povodí a je vyznačeno u všech cest komunikací výstražnými tabulkami. Ochranné pásmo 1. stupně je navrženo od místa odběru proti toku po obou stranách Bílého potoka, je minimálně 15 m široké. Délka 1. pásma je asi 2 km, končí na soutoku Bílého potoka s bočními přítoky z Klínů a z hájovny na Jiřího návrší, na levém břehu asi 1 km nad ústím Pekelského potoka. Na Pekelském potoce je navrženo ochranné pásmo 1. stupně, opět minimálně 15 m široké na obě strany vodoteče, do vzdálenosti od jeho ústí proti spádu. Ochranné pásmo 1. stupně je do vzdálenosti 200 m od odběru oploceno, na ostatních úsecích je opatřeno tabulkami. V oploceném úseku je stávající cesta odvodněna podélným rigolem pod místo odběru.

V hygienických ochranných pásmech je omezena činnost v oblasti:

A) zemědělství

- *zemědělská činnost všeobecně*
- *zákaz volné pastvy dobytka v celém povodí nádrže, případné výjimky musí být schváleny*
- *zákaz skladování olejů, pohonných hmot a toxických látek v celém povodí nádrže, případné výjimky musí být zvlášť schváleny*
- *příkaz, aby v případě používání živočišných hnojiv byla tato okamžitě po rozmetání zaorána*
- *příkaz provádět orbu po vrstevnicích*
- *zákaz používání chemických ochranných prostředků a strojírenských hnojiv v celém povodí, bez zvláštního povolení*

B) lesní hospodářství

- *zákaz skladování olejů, pohonných hmot a toxických látek v celém povodí nádrže, případné výjimky musí být zvlášť schváleny*
- *zákaz práškování a postřiků chemickými prostředky v lesním hospodářství v celém povodí nádrže, výjimky musí být jednotlivě schváleny*
- *zákaz používání odpadového vápna obsahující fenoly ke hnojení*
- *požadavek přímé orby po vrstevnicích*
- *požadavek, aby veškeré záměry odvodnění byly vždy projednány s vodohospodářskými orgány*
- *činnost zaměřit tak, aby byla vždy zachována vodohospodářská funkce lesa*

C) správa silnic

- *zákaz používání soli k zimnímu posypu silnic*
- *požadavek, aby všechny případné úpravy silnic a okolí byly předem projednány s vodohospodářskými orgány*

V oblasti HOP je rovněž zákaz jakýchkoliv skládek odpadů v povodí nádrže a zároveň zákaz mytí motorových vozidel v povodí nádrže. [3]

4.4. NÁVAZNOST NA ZDROJ VODY A PŘIPOJENÉ VODOVODNÍ SYSTÉMY

Vodovod z Bílého potoka posiluje zásobování měst Mostu, Litvínova, závodu Unipetrol RPA a přilehlých obcí pitnou vodou. Zdrojem vody je vodoteč Bílý potok, na němž je nad obcí Šumná vybudován vzdouvací jez (bez akumulace vody). Z bilance srovnávacích a výhledových studií bylo doporučeno vybudovat odběrné zařízení pro odběr cca 320 l/s. Jez i odběrný objekt byly vybudovány tak, aby byl zajištěn minimální průtok 50 l/s pod odběrem. Toto minimální množství je měřeno a sledováno limnigrafem. Pro nalepšení průtoku na Bílém potoce při minimálních průtocích je odpouštěna voda z Flájské štolý do Pekelského údolí a Pekelským potokem pak do vodoteče Bílý potok. Rozsah odpouštěného množství je 0-300 l/s, celkové roční množství pak cca 8,6 mil m³/rok . Toto řešení zajišťuje dostatečné množství vody po celý rok.

Dalším důležitým důvodem k realizaci vodovodu je i otázka kvality vody. Bylo zjištěno, že Bílý potok dává z přímých odběrů 130 l/s. Při sledování kvality vody bylo prokázáno, že 99% vzorků splňuje podmínky dle vyhlášky č. 252/2004 Sb. - kterou se stanoví požadavky na pitnou vodu a rozsah a četnost její kontroly.

Zachycením této vody byl získán zdroj dobré pitné vody, který by jinak odtékal bez využití, zatímco k získání jiného zdroje by bylo zapotřebí složité technologické úpravy, aby byla s námahou a při velkých ekonomických nákladech získána voda splňující výše uvedené podmínky.

Vodovod Bílý potok je připojen na dva samostatné vodovodní systémy:

- a) prostřednictvím vodojemu Šumná je vodovod napojen na řad G a Flájský řad, který přivádí pitnou vodu do města Mostu a závodu Unipetrol RPA v Záluží
- b) propojením zásobního řadu z Bílého potoka a řadu G a ČS Janov je možné zásobovat obce Hamr, Janov a Horní Jiřetín. Dále prostřednictvím vodojemu Litvínov I je možné zásobovat část obce Litvínov

Výkon vodovodu:

- nalepšovací průtok z Flájské štolymax. 320 l/s
- odběr z Bílého potoka..... 320 l/s
- asanační průtok v Bílém potoce..... 25 l/s
- surová voda- průtok..... max. 320 l/s
- upravená voda přes flokulaci..... 225 l/s
- obchvatem flokulace..... 300 l/s
- max. kapacita přívodného řadu do Litvínova..... 300 l/s [3]

4.4.1. ŘÍZENÍ VODOVODU

Zdroj vody Bílý potok a sekundárně vodárenská nádrž Fláje je provozován Povodím Ohře. Provozovatel potoka a nádrže zajišťuje provozovateli vodovodu SČVK, a.s. dohodnuté množství surové vody pro úpravnu vod a vodovod. Obsluha úpravně na základě požadavků dispečera provádí manipulaci regulačním orgánem v úpravně, ovládaným z velína.

Provozovatelem vodovodu je SČVK, a.s. Provoz vodovodu řídí dispečer v dispečinku SČVK, a.s. závodu Most, který určuje :

- roční plán dodávky vody (rozdělený na jednotlivé měsíce)
- denní výkon úpravně vody Bílý potok
- denní odběry pro jednotlivá spotřebiště (na základě prognózy)

Vlastní provoz vodovodu je rozdělen do dvou míst:

A) DISPEČINK SČVK, a.s., ZÁVOD MOST

Dispečer na základě požadovaných potřeb vody řídí přítok do jednotlivých vodojemů, případně dává příkazy o regulaci přítoku do dalších spotřebišť, připojených na vodovod. Odběry do zásobních vodojemů musí být seřizeny tak, aby odběr byl během dne plynulý a z hlediska množství rovnoměrný, z důvodu denního rovnoměrného výkonu úpravní.

B) ÚPRAVNA VODY BÍLÝ POTOK

Provoz úpravní řídí obsluha z velína úpravní vod (**Obrázek 14**). Výkon úpravní stanoví dispečer SČVK, a.s., závodu Most. Provoz úpravní lze rozdělit na:

- **Technologický provoz**

Řízení je soustředěno do velína úpravní. Obsluha zde zajišťuje požadovaný výkon úpravní, řídí a reguluje přítok surové vody do úpravní, sleduje vlastní provoz úpravní a provádí zápisy do provozního deníku. Mistr úpravní vody dává příkazy obsluze v dávkování a technologickém provozu. Na velíně je soustředěno řízení vodohospodářské a energetické části úpravní.



Obrázek 14 Centrální velín úpravní vody Bílý potok (Foto: R. Koulová)

- **Měření a regulace**

V tomto úseku je zajišťováno dálkové měření a regulace průtoku a dálkové ovládání regulačních klapek vypouštěcího objektu Fláje. Dále je prováděno měření a regulace surové a upravené vody v objektu úpravny vody. Pro vlastní úpravnu Bílý potok se provádějí měření a ovládání :

- *sanitární průtok vody*
- *regulace průtoku surové vody do úpravny*
- *množství prací vody na filtry*
- *průtok vody z akumulární nádrže*
- *množství pracího vzduchu na filtry*
- *průtok vody z akumulární nádrže*
- *zanesení česlí*
- *hladina v akumulární nádrži upravené vody*
- *stav v zásobních silech pro vápno*
- *pH surové vody*
- *pH upravené vody*
- *zbytkový chlor v upravené vodě*

Kromě těchto uvedených měření je v úpravně instalována kompresorová stanice pro výrobu a úpravu tlakového vzduchu pro pneumatické ovládání filtrů. Přístroje pro pneumatické ovládání, měření a signalizaci jsou umístěny v ovládacím pultu, který je situován u každého filtru. Vlastní proces praní probíhá automaticky. Současně je pro provoz filtrů instalováno měření zanešení filtrů, regulace průtoku filtrované vody, elektrodové zařízení instalované ve filtru a signalizace krajní polohy uzavíracích klapek, zanešení filtrů a ztráty tlaku vzduchu. (**Obrázek 15**)



Obrázek 15 Ovládání filtrů (Foto: R. Koulová)

- **Chemicko-technologický provoz**

Na základě kvality surové vody a prováděných laboratorních analýz řídí provozní mistr technologický proces úpravy vody. Pro kontrolu provozu slouží laboratorní vybavení příslušnými přístroji, jejichž údaje jsou přenášeny do velína. Při úpravě vody je nutné soustředit se zejména na ty prvky surové vody, které neodpovídají požadavkům na pitnou vodu:

- *chemická spotřeba kyslíku (CHSK)*
- *barva*
- *obsah železa*

4.5. ÚPRAVNA VODY BÍLÝ POTOK



Obrázek 16 Mapa okolí úpravy vody Bílý potok³

4.5.1. POPIS TECHNOLOGICKÉHO PROCESU ÚPRAVY VODY

Podle výsledků studie hydrologie toku byl stanoven předpokládaný poměr mísení vody z Bílého potoka 130 l/s a z Flájské nádrže 170 l/s v průměru, při max. odběru pro úpravnu tj. 300 l/s.

Odběr vody pro úpravnu se provádí tak, že se z Bílého potoka odebírá veškerá voda nad 50 l/s (asanační průtok pod odběrem) a teprve nedostačující množství je vypouštěno z Flájské štoly. Schéma technologického procesu výroby je v Příloze 1.

Voda je odebírána z Bílého potoka nad obcí Šumná (**Obrázek 16**). Pro odběr vody z toku je vybudován vzdouvací jez s jímacím objektem, který je vystrojen ručně stíranými strunovými česlemi s otvory 20 cm. Jez je vybaven vyhladitelnou konstrukcí pro možnost vyplavení nánosů při větším stavu vod. Jez a odběrný objekt je navržen tak, aby zajišťoval minimální průtok 50 l/s pod odběrem. Měření průtoku vody v potoce se sleduje limnigrafem. (**Obrázek 17**)



Obrázek 17 *Limnigraf (Foto: R. Koulová)*

Pro nalepšení průtoku v Bílém potoce při minimálních průtocích je odpouštěna voda z Flájské nádrže do Pekelského údolí. Rozsah odpouštěného množství je 0-300 l/s, celkové roční množství pak cca 8,6 mil m³/rok . Výkon úpravny je 300 l/s upravené vody (320 l/s surové vody). S ohledem na kvalitu vody v Bílém potoce a ve Flájské nádrži a s ohledem na různý poměr obou zdrojů vody, je navržena jednostupňová koagulační filtrace.

Surová voda z odběrného objektu v maximálním množství 320 l/s je gravitačním řadem přiváděna do úpravny vody. Délka gravitačního řadu je cca 170 m a průměr litinových trubek je 550 mm. Na řadu je šachta, ze které je prováděno odkalení, vypouštění řadu a také možnost odběru požární vody. Na přítoku do úpravny je regulační orgán ovládaný z místa a z velínu, umožňující regulaci průtoku.

Surová voda přírodním řadem přitéká do kanálu jemných mechanicky stíraných česlí s otvorem 3 mm. Voda po mechanickém předčištění na jemných česlích je nadávkována síranem hlinitým (ten se v případě vyhovující kvality surové vody nedávkuje), případně vápnem pro alkalizaci vody, manganistanem draselným, chlorem a práškovým aktivním uhlím. Na přívodu surové vody do úpravny je prováděno také měření průtoku (umístěné v suterénu úpravny, s možností přenosu do velínu). Takto upravená

voda je vedena do flokulačních nádrží. Voda je přiváděna přes uzavěr. Za rychlomísíčem je možno dávkovat aktivní uhlí a manganistan draselný.

Flokulační nádrž je rozdělena na tři části. Mísíč i reakční nádrž jsou opatřeny obtokem, který umožňuje vyřazení flokulace. Do obtoku se může dávkovat síran hlinitý a vápno. V tomto případě by úprava vody byla pouze koagulační filtrací, bez předchozí flokulace. (**Obrázek 18**)



Obrázek 18 Flokulační nádrž (Foto: R. Koulová)

Ze sběrného žlabu je voda vedena potrubím na 6 filtrů, každý o ploše $48,6 \text{ m}^2$, s náplní písků 1,6 m. Voda je po filtraci vedena kanálem filtrované vody do akumulace. Na konci kanálu filtrované vody je přepad, do kterého je dávkován chlor. Vápenná voda je zaústěna na protilehlé straně akumulární nádrže. Regulace filtrace je hladinová, praní filtrů vodou a vzduchem. Ovládání filtrů je místní, buď ruční nebo v poloautomatickém pracím cyklu. Akumulace je umístěna pod filtry. V akumulaci je měřena hladina s přenosem do velínu. Z akumulární nádrže je vedena upravená voda gravitačním řadem do vodojemu Šumná. Na odběrném potrubí se nachází uzavírací orgán a měření průtoku s přenosem do velínu, může být ovládán z místa nebo z velínu.

Odpady z dávkování a prací vody jsou vedeny na kalové hospodářství, které tvoří dvě kalové laguny. Voda se po usazení kalů odvádí do městské kanalizace a následně do biologické čistírny v Záluží u Litvínova.

Úpravnu tvoří jeden objekt, mimo něj je umístěn pouze sklad chloru a kalové hospodářství. Vytápění úpravny je prováděno elektrickými kotli a přímotopy. Provoz celé úpravy řídí obsluha z dozorny (velínu), eventuelně z místa.

Objekt úpravny tvoří :

- *zásobní nádrže síranu hlinitého*
- *budova dávkování*
- *budova filtrace*
- *budova strojovny*
- *budova pomocných provozů*

4.5.2. DÁVKOVÁNÍ A PŘÍPRAVA CHEMIKálií

Síran hlinitý

Do úpravny se dováží tekutý 55% roztok, který je skladován v zásobních nádržích. Z těchto nádrží se membránovým čerpadlem čerpá do rozpouštěcích nádrží. Po zředění na 5,5 %, se roztok dávkuje. Rozsah dávkování je 0–30g $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{H}_2\text{O}/\text{m}^3$ vody . Velikost dávky určí laboratoř podle kvality surové vody. Při malém podílu flájské vody se síran hlinitý nedávkuje. Dávkování se provádí jedním membránovým čerpadlem (instalována jsou dvě čerpadla, pro případ 100% rezervy). Výtlačné potrubí u těchto čerpadel je rozděleno na dvě větve s ventily. Jeden výtok je volně zaústěn do odpadu a slouží pro kontrolu, zda výkon čerpadla odpovídá nastavenému množství. Tuto kontrolu je nutno pravidelně provádět.

Vápno

Je dopravováno v suchém stavu autocisternou ve formě vápenného hydrátu. Ze zásobních sil se vápenný hydrát dopravuje do několikadenních plechových zásobníků, odtud suchými dávkovači do nádrže, kde tvoří vápenné mléko a pak jde do vápenných sytičů o průměru 4,5m. Vápenná voda s obsahem 0,8kg CaO/m^3 se může dávkovat před rychlomísí, do obtoku i před filtry. Do akumulární nádrže se dávkuje buď gravitací, nebo jako na ostatní místa, pomocí čerpadla o výkonu max. 220 l/min. Dávka vápna pro předalkalizaci je 5–9g CaO/m^3 vody, dávka vápna pro stabilizaci (pro úpravu pH) je max. 20g CaO/m^3 vody . Maximálně se tedy dávkuje 29g CaO/m^3 upravované vody . Dávkované vápno (hydrát) je připravováno ze 60% CaO , to znamená že ve 100kg přivezeného hydrátu je 60kg CaO , 25kg vody a 15kg nečistot. V praxi však může obsah CaO poněkud kolísat, a také ve vápenných sytičích se všechno vápno zcela nerozpustí. Pro

chemický provoz úpravny je tedy rozhodující množství vápenné vody a její nasycení. V praxi se uvažuje nasycení vápenné vody na $0,8\text{ kg CaO/m}^3$ vody, ale rovnovážný stav vápno-voda je asi $1,2\text{ kg CaO/m}^3$ vody, proto je při dávkování nutné kontrolovat stupeň nasycení vápenné vody.

Manganistan draselný

Dopravuje se i skladuje v sudech. Dosud nebylo nutné KMnO_4 dávkovat. V případě nutnosti jeho aplikace by se provádělo rozpouštění 1% roztoku ve dvou nádržích (každá o objemu 2 m^3), rozsah dávkování 30-200 l/hod pomocí dávkovacích čerpadel. Zaústění dávkované chemikálie je před mísič, za mísič a před filtry.

Aktivní uhlí

Je dopravováno i skladováno v pytlích. Pro vyprazdňování pytlů je navrženo vysýpací zařízení. Dosud nebylo nutné aktivní uhlí dávkovat, ale v případě výskytu pachu nebo pachuti vody by se provádělo dávkování 10 g/m^3 vody ve formě 5% suspenze.

Chlor

Je dovážen a skladován v sudech. Sklad chloru je v samostatném objektu, sudy se ze skladu do váhovny dopravují akumulacním vozíkem. Nad váhovnou je místnost s rotametrem pro nastavení dávky chloru. Pro dezinfekci upravené vody se používá chlorátor Advance, který zajistí dávkování chloru do akumulací nádrže. Maximální dávka pro dezinfekci je 1 g/m^3 vody.

4.5.3. KALOVÉ HOSPODÁŘSTVÍ

Odpadní vody z úpravny (s výjimkou alkalických odpadních vod z vápenného sytiče) jsou sbírány venkovní kanalizací a jsou přiváděny na kalovou lagunu, která je dělicí stěnou rozdělena na dvě samostatné nádrže, každá má objem 800 m^3 . Při provozu se plní jedna nádrž, ve druhé se vysušuje sedimentovaný kal nebo tato nádrž může sloužit jako druhá vyrovnávací nádrž v případě zvětšeného množství prací vody. Odsazená voda je vypouštěna v množství 15 l/s do městské kanalizace. Násoskový systém obou nádrží je trvale zavřený. Výtok drenážního systému té nádrže, která je naplněna vodou, je uzavřený. Drenáž druhé nádrže je otevřená, v případě naplnění odpadní vodou se opět uzavře. Pokud voda v kalové laguně nemá vyhovující kvalitu, musí být provoz úpravny zastaven (mohlo by dojít k ohrožení kvality vody v Bílém potoce). Vysušený kal se odváží na skládku. Alkalický odpad ze sytičů vápna se po dohodě s Lesy ČR aplikuje na lesní pozemky

(pastviny), ke snížení pH půdy. Odtok z drenážního systému do Bílého potoka je povolen vodohospodářským rozhodnutím, jeho kvalita se pravidelně zjišťuje odběrem vzorků.

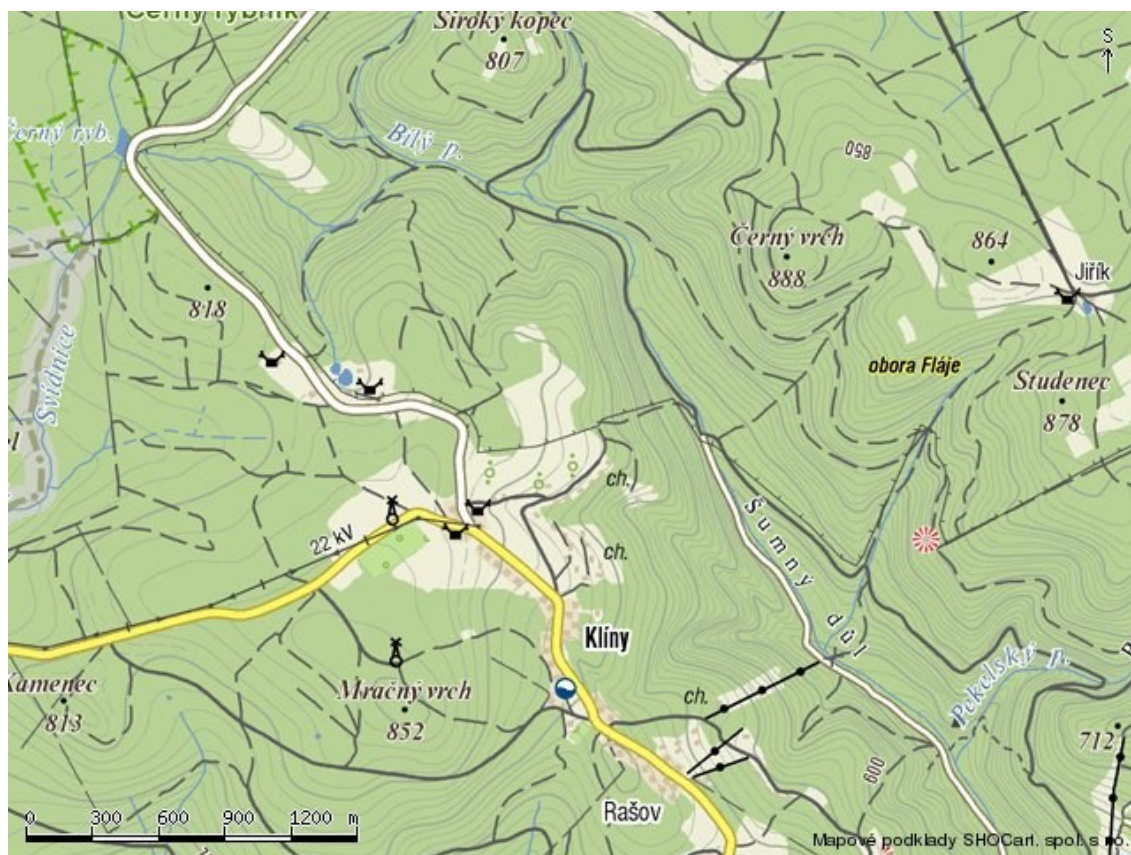
4.5.4. PROVOZNÍ KONTROLA

Vzhledem k tomu, že kvalitu vody je nutno neustále sledovat, provádějí se chemické, biologické a mikrobiologické rozborů. V laboratoři úpravný se sleduje pH vzorků surové vody (odběr za jemnými česlemi) a upravené vody (odběr z akumulací nádrže). Pomocí přístroje, který je umístěn na velíně, se provádí nepřetržité měření zbytkového chloru v upravené vodě. Měří se také uniklý chlor v ovzduší váhový a skladu chloru, na obou místech jsou umístěny detektory, přenos signálu je veden také do velína. Odborný personál úpravný vody a laboratoře kontroluje také dávky chemikálií, koncentraci dávkovaných roztoků, používané chemikálie a provádí koagulační zkoušky podle potřeby provozu. Provozovatel je povinen vést evidenci četnosti prováděných kontrol, výsledků rozborů a zásahů pro zlepšení upravovacího procesu a kvality vody. Záznamy o provozu se nechávají uloženy (archivovány) podle své důležitosti na různou dobu.

Voda se velmi často infikuje a stává se médiem, obsahujícím řadu choroboplodných zárodků, proto je nutné udržovat v prostorách úpravný naprostý pořádek a čistotu, obsluhující personál musí být pod stálým lékařským dohledem a být pravidelně mikrobiologicky vyšetřován.

5. ČERNÝ RYBNÍK – CHARAKTERISTIKA LOKALITY

Přírodní rezervace Černý rybník se nachází na katastrálním území Klíny II, asi 4,5 km jihozápadně od vodní nádrže Fláje a 1 km severně od Klínů, v nadmořské výšce 800-805 m. Rozprostírá se vlevo od silnice Klíny - Fláje až ke státní hranici se SRN. (Obrázek 19)



Obrázek 19 Mapa okolí Černého rybníka³

Rezervace zabírá území o rozloze 32,5599 ha a byla vyhlášena 8. listopadu 1993. Jedná se o rozvodnicové vrchoviště, odvodňované Svidnicí a Bílým potokem. Oba tyto potoky vytékají z malého rybníku při východní hranici rezervace. Vlastní Černý rybník o rozloze 1,0862 ha byl založen na potoce Svidnici k chovu ryb v 19. století, asi po roce 1848, a původně byl označován jménem Forellenteich (Pstruhový rybník). [4]

Území rezervace je jen mírně zvlněné a je typickou ukázkou krajiny, která se vyvinula na náhorní planině Krušných hor v nadmořských výškách 800 – 900 m. Skalní podloží zde tvoří horniny krušnohorského krystalinika, zastoupené dvojslídnu a biotitickou pararulou. Na tvárnosti krajiny i vegetace se tu však mnohem více podílí jejich

čtvrtohorní pokryv tvořený rašelinou a rašelinnými půdami, vzniklými po skončení poslední doby ledové (tzv. würmského glaciálu), tj. v průběhu posledních deseti tisíc let.

Je to vrchoviště pánevního typu, které přerůstá v typ rozvodný. Na východ je odvodňováno bezejmenným pravostranným přítokem Bílého potoka, směrem na jih přítokem Svídnice.

Území je významné pro výskyt tetřívka obecného (*Tetrao tetrix*) a je součástí „Ptačí oblasti Východní Krušné hory“, která byla k jeho ochraně vyhlášena nařízením Vlády České republiky č. 28/2005 Sb. Předmětem ochrany je přirozený charakter hydrologicky, botanicky i faunisticky zajímavého rašeliniště vrchovištního typu.

Součástí rezervace je nejen samotný Černý rybník, ale především rozsáhlé rašeliniště o rozloze 13 ha, ležící západně od něho. Vrstvy rašeliny, vznikající postupným přirůstáním rašelíníku, dosahují na některých krušnohorských lokalitách až osmi metrů, na území rezervace Černý rybník mocnost rašeliny dosahuje 1,75 až 6 m. [4]

V minulosti byly činěny pokusy o odvodnění rašeliniště; svědčí o tom hluboké odvodňovací příkopy porostlé klečí. Přehrazením odvodňovacích příkopů dochází zpravidla ke zvýšení hladiny podzemní vody a k rychlé obnově živých porostů rašelíníků, doprovázených typickou rašeliništní vegetací se suchopýrem úzkolistým (*Eriophorum angustifolium*). Produktem rekultivačních zásahů jsou i menší vodní plošky v okolí rybníka. (**Obrázek 20**)



Obrázek 20 Černý rybník (Foto: R. Koulová)

6. VEGETAČNÍ PRŮZKUM LOKALITY

Lokalita Černého rybníka je typickým příkladem vrchoviště, vznikajícího na kyselých geologických substrátech ve vyšších polohách, s vysokými srážkami a malým výparem. Je zásobováno především dešťovou vodou, neboť rašelina se zde vytváří nad hladinou podzemní vody. Dešťová voda vymývá z rašeliny živiny, a proto jsou tato vrchoviště minerálně extrémně chudým biotopem s velice nízkou produktivitou biomasy. Porůstají pouze velmi skromnými druhy rostlin, které se spokojí jen se živinami dodávanými dešťovou vodou. Stavebním materiálem vrchoviště je odumřelý mech rašelíník, který na povrchu stále přirůstá a tvoří dominantní složku vegetačního pokryvu. Kromě mechu se zde vyskytuje omezený počet vysoce specializovaných druhů, které nevyžadují kontakt s půdou v pravém slova smyslu a jsou adaptovány na život v tomto mimořádně chudém prostředí.

Po dosažení určité kritické výšky vrchoviště odroste rašelíník z dosahu zamokřených horizontů, jeho růst se zpomalí a nakonec ustane; ve vegetaci převládnu malé keříky (brusinka, vlochně, šicha, vřes) nebo některé traviny a živé rašeliniště se přemění ve vřesoviště, postupně zarůstající rašelinnou klečí nebo vzácně borovicí blatkou, břízou pýřitou a smrkem ztepilým. Konečnou fází tohoto vývoje pak představují rašelinné smrčiny, blatkové bory a porosty rašelinné kleče - přirozená vegetace organogenních půd.

U okraje Černého rybníka jsou živé partie rašeliniště s rašelíníkovými a ostřicovorašelíníkovými společenstvy. Zástupci těchto společenstev mohou ve svých buňkách pojmout velké množství vody; některé druhy dokonce i dvacetinásobek hmotnosti sušiny. Rašelíník může okyselovat své prostředí tím, že váže některé kationty jako je vápník nebo hořčík a uvolňuje vodíkové ionty. Vyskytují se zde **suchopýr pochvatý** (*Eriophorum vaginatum*), **suchopýr úzkolistý** (*Eriophorum angustifolium*) (**Obrázek 21**), kriticky ohrožená **hrotnosemenka bílá** (*Rhynchospora alba*) i zvláště chráněné druhy **klikva bahenní** (*Oxycoccus palustris*), **rosnatka okrouhlolistá** (*Drosera rotundifolia*) a silně ohrožená **ostřice plstnatoplodá** (*Carex lasiocarpa*). [4]

V přítokové oblasti a po obvodu rašeliniště je zachován rašelinný bor s **bezkolencem modrým** (*Molinia caerulea*), **vlochní bahenní** (*Vaccinium uliginosum*), **sedmikvítkem evropským** (*Trientalis europaea*) a **hruštičkou menší** (*Pyrola minor*). Vodní plochu charakterizuje společenstvo vzplývavých a ponořených rostlin s dominantním **rdestem vzplývavým** (*Potamogeton natans*), na březích roste ohrožený **bazanovec velkokvětý** (*Naumburgia thyrsiflora*).

Na prosvětlených sušších místech je hojný porost vřesu obecného, vlochyně, borůvky černé a místy také brusinky obecné. Z lesních dřevin převládá borovice černá, borovice bažinná, smrk ztepilý, bříza bělokorá, jeřáb obecný a různé druhy vrb. Na jižním okraji byl vysazen i smrk pichlavý. V severozápadní části je kleč značně mokrá; na těchto místech dominuje již zmiňovaný suchopýr pochvatý. Na východní straně přechází ve značně zamokřenou rašelinnou smrčinu. Okolí rezervace je prakticky odlesněno: zdejší smrkové porosty nevydržely imise.

Severní část chráněného území byla známým tokaništěm a hnízdištěm **tetřívka obecného** (*Tetrao tetrix*). Hnízdí zde také **sýc rousný** (*Aegolius funereus*). Na rybníce je možné pozorovat např. kachnu divokou či kriticky ohroženou čírku obecnou. Průzkum obratlovců potvrdil výskyt **skokana štíhlého** (*Rana dalmatina*), **ještěrky živorodé** (*Zootoca vivipara*) nebo **zmije obecné** (*Vipera berus*). K vzácným zástupcům entomofauny patří **šídlo královské** (*Anax imperator*) a **šídlo sítinové** (*Aeshna juncea*). [4]



Obrázek 21 Suchopýr úzkolistý (Foto :Tomáš Svačina)⁴

⁴ <http://www.cspop.cz/atlas/rostliny/podrost/texty/suchuzk.htm>

7. HODNOCENÍ VLIVU VEGETACE NA KVALITU PITNÉ VODY

Kvalita vody je závislá na především na podloží v místě vodního zdroje. Pro vodu z Bílého potoka i z Flájské nádrže je charakteristický vysoký obsah huminových látek, který je způsoben přítomností rašelinišť poblíž těchto vodních zdrojů.

Huminovými látkami se nazývají žlutohnědé či tmavohnědé látky, které se rozpouštějí v roztocích alkalicky reagujících látek, z nichž se opět vylučují působením kyselin. Jako důležitá složka půdy vznikají biochemickými přeměnami (tlením) organických (převážně rostlinných) zbytků a jsou hlavní složkou přírodního humusu. Jedná se o směs huminů (nerozpustné ve vodě), huminových kyselin (rozpustné v alkáliích, nerozpustné v kyselinách, s obsahem uhlíku 57 %), fulvonových kyselin (zůstávají rozpuštěné v kyselém prostředí, obsah uhlíku nižší cca 46 %) a humatomelanových kyselin (rozpustné v alkoholu a acetyl bromidu, s obsahem uhlíku cca 60 %). Nerozlišuje se ostrá hranice mezi stanovením huminových kyselin a fulvokyselin z důvodů různého stupně disperzity těchto látek, která se projevuje různou rozpustností ve vodě a hodnotou disociační konstanty.

Rašelina je organický materiál a jako taková podléhá ve vodě rozkladu. Přitom dochází ke spotřebě kyslíku a uvolňují se různé látky, z nichž nás nejvíc zajímají huminové kyseliny. Způsobují změnu pH a vodě také dodávají nepříliš populární žlutohnědavé zbarvení. Do vody se dostávají i hormony, CO₂, případně dusíkaté látky atd. Konkrétní složení rašeliny se liší podle původního materiálu, lokality a stáří.

Huminové kyseliny pracují na principu kationové výměny: uvolňují H⁺ kationty a na uvolněné místo v karboxylové skupině váží různé kationty vyskytující se ve vodě, zejména Ca²⁺ a Mg²⁺. Jeví se jako netavitelné amorfní sloučeniny kyselého charakteru, které při karbonizaci neposkytují dehet, ale poskytují velké množství CO₂. Jsou nehydrolyzovatelné, peptizovatelné za normálních teplot a mají velkou odolnost vůči rozkladu. V roztocích se chovají jako lyofobní koloidy se značnou sorpční schopností. Vyznačují se vysokým obsahem vody, kterou nelze mechanicky odstranit.

Tím se rašelina stává velmi vítaným pomocníkem při přípravě měkké a kyselé vody. V důsledku snížení pH dochází i k poklesu alkality (pufrační schopnosti) vody. Mimo to navazují huminové kyseliny některé prvky do chelátové vazby, především dvoumocné železo – zabrání se tak jeho přechodu do oxidované formy nepřístupné rostlinám (Fe³⁺). Takto vázané Fe²⁺ je pro rostliny volně přístupné. Oproti tomu toxické

kovy vázané na huminové kyseliny se stávají neúčinné. Další látky, které se do vody uvolňují, působí protibakteriálně, brzdí růst plísní a údajně i nepříznivě ovlivňují růst řas.

Huminové látky se významně podílejí na vzniku trichlormethanu a dalších chlorovaných uhlovodíků v upravené vodě po hygienickém zabezpečení vody chlorem. Ve vztahu k lidskému zdraví nepatří huminové látky mezi závadné. Za prahovou koncentraci toxicity pro člověka a teplokrevné živočichy se uvádí hodnota asi 100 mg.l⁻¹.

7.1. ODBĚR VZORKŮ SUROVÉ VODY PRO ÚPRAVNU BÍLÝ

POTOK

Pro posouzení vlivu vegetace, z oblasti vodního zdroje Bílý potok, na kvalitu vody pro úpravnu vody Bílý potok, byly během konkrétních období sledovány rozborů surové vody. Sledovaná období byla vybrána tak, aby se v nich odrážely i klimatické podmínky ve zmiňované lokalitě. Podle naměřených hodnot lze také usoudit, ve kterých konkrétních dnech a z jakých důvodů bylo nutné připouštět do úpravy Bílý potok vodu z Flájské nádrže. Rozborů surové vody byly prováděny společností SČVK, a.s. Most a se souhlasem vedení společnosti je možné naměřené hodnoty použít pouze pro účely této práce.

Konkrétní sledovaná období :

- 22.-28.únor 2010
- 24.-30.duben 2010
- 24.-30.červen 2010
- 25.-31.srpen 2010
- 25.-29. říjen 2010
- 25.-31.prosinec 2010
- 22.-28.únor 2011

Rozborů vody byly zaměřeny na sledování ukazatelů, které jsou uvedeny v *Tabulce 1*:

Tabulka 1 Sledované ukazatele pro odběr surové vody

Označení	Vysvětlivka	Jednotka
ABS	mikroskopický obraz - abioseston	%
ENTERO	enterokoky	KTJ/100ml
KOLI	koliformní bakterie	KTJ/100ml
KUMI22	kultivovatelné mikroorganismy 22°C	KTJ/ml
KUMI36	kultivovatelné mikroorganismy 36°C	KTJ/ml
MO	mikroskopický obraz - mrtvé organismy	jedinci/ml
PO	mikroskopický obraz - počet organismů	jedinci/ml
TKOLI	termotolerantní koliformní bakterie	KTJ/100ml
ŽO	mikroskopický obraz - živé organismy	jedinci/ml
Al	hliník	mg/l
A254	absorbance při 254 nm	
BARVA	barva	mg/l Pt
CHSK-Mn	chemická spotřeba O ₂ manganistanem	mg/l
Fe	železo	mg/l
KNK4.5	KNK do pH 4,5	mmol/l
Mn	mangan	mg/l
NH ₄	amonné ionty	mg/l
NO ₂	dusitany	mg/l
	pH	
Tvoda	teplota vody	°C

Veškeré naměřené hodnoty jsou uvedeny v tabulce (Příloha 2). Z výše uvedených ukazatelů byla věnována pozornost především teplotě vody, obsahu železa, barvě vody, chemické spotřebě kyslíku a pH vody. Konkrétní naměřené hodnoty, které byly prokázány v surové vodě z Bílého potoka ze sledovaných období jsou uvedeny níže (

Tabulka 2) :

Tabulka 2 Naměřené hodnoty ve sledovaných obdobích

DATUM ODBĚRU	Tvoda [°C]	Fe [mg/l]	BARVA [mg/l Pt]	CHSK-Mn [mg/l]	pH
23.2.2010	2,5		17	3,1	7,0
24.2.2010	3,5	0,103		3,0	7,1
25.2.2010	1,0		17	2,5	7,0
26.2.2010	3,5		15	2,4	7,0
26.4.2010	6,6	<0,030		1,4	6,6
27.4.2010	8,0		4,0	1,2	7,0
28.4.2010	7,5		4,0	1,5	6,8
29.4.2010	7,0		4,0	1,3	7,0
30.4.2010	8,0		4,0	1,2	7,1
24.6.2010	12,0		7,0	1,9	7,1
25.6.2010	11,0		7,0	2,6	7,1
28.6.2010	10,3	0,094		2,8	7,1

29.6.2010	12,0		13	2,8	7,1
30.6.2010	12,0		17	3,0	7,0
25.8.2010	13,0		12	2,1	7,0
26.8.2010	11,5		7,0	1,7	7,0
27.8.2010	13,0		27	14	7,1
30.8.2010	11,0	0,100		3,6	7,3
31.8.2010	10,0		20	3,1	6,9
25.10.2010	5,4	<0,030		1,4	7,1
26.10.2010	5,5		6,0	1,6	6,9
27.10.2010	5,0		7,0	1,6	7,0
29.10.2010	5,5		6,0	1,6	6,9
27.12.2010	0,8	<0,030		1,2	6,7
28.12.2010	1,5		4,0	1,3	7,0
29.12.2010	1,0		4,0	1,5	6,9
30.12.2010	0,5		4,0	1,3	6,9
31.12.2010	1,0		4,0	1,6	6,9
22.2.2011	1,0		4,0	2,1	7,0
23.2.2011	1,0		5,0	1,5	7,0
24.2.2011	0		3,0	1,4	7,1
25.2.2011	1,5		3,0	1,3	7,0
28.2.2011	3,0	0,035		1,4	6,9

7.1.1. pH

Je číselné vyjádření stupně kyselosti nebo zásaditosti vody (stupnice 0 – 14). Limit pro pitnou vodu je 6,5 až 9,5, ale optimální je neutrální rozmezí cca 6 až 8. S výjimkou extrémních hodnot, ve vodě vzácných, nemá přímý zdravotní význam. Vyšší hodnota pH snižuje účinnost dezinfekce a může dát vodě nepříjemnou chuť. Nižší hodnota pH je charakteristická pro měkkou (málo mineralizovanou, „hladovou“) vodu a bývá spojena s agresivitou vody a korozí kovů.

Z naměřených hodnot (

Tabulka 2) je patrné, že ve sledovaných obdobích hodnoty pH surové vody z Bílého potoka nepřekročily stanovený limit pro pitnou vodu.

7.1.2. CHEMICKÁ SPOTŘEBA KYSLÍKU

CHSK-Mn, dříve „oxidovatelnost“ představuje nespecifické skupinové stanovení, které slouží k odhadu organického znečištění. Indikuje možné znečištění pitné vody organickými látkami živočišného nebo rostlinného původu (splšky, zemědělské odpadní vody, uhynulý živočich), ale jen výjimečně může odhalit průmyslově vyráběné organické látky. Limit pro pitnou vodu je 3 mg/l.

Na hodnotě chemické spotřeby kyslíku se podílejí i klimatické podmínky, což je patrné z *Tabulky 2*. Zvýšené hodnoty CHSK se objevují zejména v únoru (v tomto období byl povolený limit mírně překročen nebo se pohyboval na hraniční hodnotě), kdy se v horských oblastech nahromadí sníh a pak dochází k jeho rychlému tání. Zvýšené hodnoty se projevily také v měsíci srpnu, který je charakteristický přívalem deště. Oba tyto faktory mají na kvalitu vody výrazný vliv. V podzimním období se navíc na zvýšených hodnotách CHSK podílí velké množství splavenin anorganického a organického původu, např. v podobě spadaneho listí, které znepříjemňují vlastní provoz úpravy vody tím, že dochází k ucpávání jemných česlí nerozpustnými látkami o velikosti pod 2 mm.

7.1.3. DUSIČNANY (NO_3)

V množství jednotek mg/l jsou přirozenou součástí vod, ale jejich obsah bývá často zvýšen, až do stovek mg/l, vlivem nadměrného nebo nesprávného používání minerálních i statkových hnojiv, únikem odpadních vod z netěsnících žump a septiků, živočišných farem apod. Jejich zdravotní riziko spočívá v tom, že se v zažívacím traktu redukuje na toxické dusitany. Ty v žaludku reagují se sekundárními aminy v potravě za vzniku tzv. N-nitroso sloučenin, které jsou podezřívány z karcinogenního účinku. Dále reagují v krvi s hemoglobinem za vzniku methemoglobinu, který není schopen přenášet kyslík a vzniká riziko vnitřního (za)-dušení, kterému jsou vystaveni především kojenci do 3 měsíců věku, ale i někteří nemocní dospělí. Limit 50 mg/l je bezpečný i z hlediska prevence kojenecké methemoglobinémie (za předpokladu mikrobiální nezávadnosti vody), avšak optimální hodnota pro kojence je pod 10 mg/l.

Během celého sledovaného období nebyl zaznamenán výskyt zvýšeného množství dusičnanů v surové vodě.

7.1.4. DUSITANY (NO_2)

Jsou reaktivnější formou oxidovaného dusíku než dusičnany, mají však stejný původ i zdravotní rizika (viz. výše). Limit je 0,5 mg/l, ale vzhledem k stejnému účinku s dusičnany musí být zároveň dodržena podmínka, aby součet poměrů zjištěného obsahu dusičnanů v mg/l děleného 50 a zjištěného obsahu dusitanů v mg/l děleného 3 byl menší nebo rovný 1.

Výskyt dusitanů byl během sledovaného období zaznamenán pouze jednou a to v měsíci únoru, naměřená hodnota však byla velice nízká.

7.1.5. AMONNÉ IONTY (NH_4)

Ukazatel sloužící jako indikátor možného fekálního znečištění podzemní vody. Důležitá není absolutní koncentrace daná geologickým podložím (ze zdravotního hlediska by šlo tolerovat až hodnotu 30 mg/l), ale náhlé a výrazné zvýšení koncentrace nad hodnotu geologického „pozadí“. Kombinace současné přítomnosti amonných iontů, dusitanů a vyššího obsahu organických látek (CHSK-Mn) signalizuje čerstvou kontaminaci živočišnými odpady a svědčí o nárazovém znečištění vody. Vyšší hodnotu NH_4 můžeme pozorovat i u vody, která je ve styku s novým cementovým materiálem (skružemi), nebo u vody s nepřírodným redukčním prostředím, kdy se dusičnany přeměňují na amonné ionty. Limit je 0,5 mg/l.

V případě výskytu nízké hodnoty amonných iontů (0,05 mg/l) ve sledované vodě, a to opět ve stejném dni, jako byl zaznamenán výskyt dusitanů, je možno usuzovat, že voda byla lehce kontaminována živočišnými odpady, které se vlivem deště nebo prudkého tání sněhu dostaly do vody z Flájské obory, kde se vyskytuje velké stádo jelenů. O tomto faktu svědčí i přítomnost koliformních bakterií mezi naměřenými hodnotami tohoto dne.

7.1.6. ŽELEZO (Fe)

Běžná součást přírodních vod, obsah v pitné vodě se ale může zvyšovat korozi potrubí. Od koncentrace 0,3 mg/l výše může negativně ovlivnit organoleptické (senzorické) kvality vody (hořká svíravá chuť, žlutavá barva, rezavý sediment), barvit prádlo nebo vyvolávat zákal a železité bakterie mohou tvořit usazeniny v potrubí. Zdravotní riziko v koncentracích pod 1 mg/l není. Limit: 0,2 mg/l; v případech, kdy vyšší hodnoty železa ve zdroji surové vody jsou způsobeny geologickým prostředím, se hodnoty železa až do 0,5 mg/l považují za vyhovující za předpokladu, že nedochází k nežádoucímu ovlivnění organoleptických vlastností (pachu, chuti a barvy) vody.

Obsah železa ve vodě z Bílého potoka ani v jeden sledovaný den nepřekročil mezní hodnoty. V případě přípouštění vody z Flájské nádrže, by se výrazně obsah železa projevil, ale voda z Flájské nádrže nebyla předmětem sledování.

7.1.7. MANGAN (Mn)

Podobná problematika jako u železa, též častý společný výskyt, jen namísto rezavě barví vodu hnědočerně. Limit: 0,05 mg/l; v případě manganu přírodního původu se toleruje

až 0,2 mg/l, pokud není ovlivněna organoleptická kvalita vody. Zdravotní riziko v těchto nízkých koncentracích (do 0,4 mg/l) není.

Množství manganu ve sledované vodě z Bílého potoka je zaznamenáno v tabulce (Příloha 2). Z této tabulky je patrné, že také nebyla překročena stanovená limitní hranice

7.1.8. BARVA

Pro spotřebitele představuje významný senzorický a indikační ukazatel jakosti vody. Barvu vody působí přítomné barvotvorné organické látky, např. huminové (z rozkladu listů, rostlin a půdní organické hmoty), dále sloučeniny kovů (např. železa, manganu nebo mědi), barevné částice planktonu či nerozpuštěných látek, vzácně i průmyslové chemikálie. Voda by měla být bezbarvá. Limitní hodnota je 20 mg/l Pt stupnice.

Z naměřených hodnot lze usuzovat, že barva vody je ovlivněna, podobně jako CHSK, klimatickými podmínkami (táním sněhu, přívalovými dešti), díky nim dochází ke zvýšené přítomnosti shora uvedených anorganických a organických látek. Zvýšené hodnoty byly naměřeny ve stejných dnech jako tomu bylo u hodnot CHSK.

7.1.9. ZÁKAL

Snížení průhlednosti vody vyvolané přítomností koloidních látek jako je pyl, prach, jemně rozptýlené anorganické a organické částice, plankton a jiné mikroskopické organismy. Vysoký zákal tvoří vodu nepitnou z estetických důvodů, snižuje účinnost případné dezinfekce a jeho náhlá změna je významným signálem kontaminace povrchovou vodou. Mikroskopické vyšetření vody pomůže odhalit původ zákalu.

U vody z Bílého potoka se žádný zákal neprojevil.

7.2. MIKROBIOLOGICKÝ ROZBOR VODY

Při ověřování mikrobiologické nezávadnosti vody se používá metoda tzv. indikátorů fekálního znečištění, při které se hledají bakterie, žijící ve střevním traktu člověka a teplokrevných živočichů (E.coli, koliformní bakterie, enterokoky). Pokud se ve vodě najdou některé z těchto bakterií, je voda podezřelá, že přišla do kontaktu s výkaly či zbytky živočichů a že může obsahovat patogenní bakterie a viry, které nejčastěji pocházejí právě ze střevního traktu.

Vedle indikátorů fekálního znečištění se ještě používají tzv. indikátory obecné kontaminace (počet kolonií rostoucích při 22°C nebo 36°C, dříve tzv. psychofilní a mezofilní bakterie), kterým se připisuje menší hygienický význam než předchozím.

Pro vodu v Bílém potoce představuje nebezpečí z hlediska znečištění výkaly či živočišnými odpady nedaleká Flájská obora. Výměra obory je 1930 ha s kmenovými stavy 300 ks jelení zvěře. Protože se podstatná část obory rozkládá na náhorní plošině Krušných hor s průměrnou nadmořskou výškou 850 m.n.m., je pravděpodobné, že v období vydatných srážek, přivalových dešťů a výrazného tání sněhu dojde k tomu, že se již zmiňované živočišné odpady dostanou vlivem klimatických podmínek do vody v Bílém potoce. O tomto faktu svědčí naměřené hodnoty indikátorů fekálního znečištění, které jsou uvedeny v Tabulce 3.

Ve dnech, které jsou v *Tabulce 2* zvýrazněny modrou barvou, byly prováděny rozborů vody z hlediska mikrobiologické nezávadnosti a přítomnosti mikroorganismů. Naměřené hodnoty jsou uvedeny v *Tabulce 3*:

Tabulka 3 Hodnoty mikrobiologického rozboru vody

DATUM ODBĚRU	TKOI [KTJ/100ml]	KOI [KTJ/100ml]	ECOI [KTJ/100ml]	ENTERO [KTJ/100ml]	KUM36 [KTJ/ml]	KUM22 [KTJ/ml]	ŽO [jedinec/ml]	MO [jedinec/ml]	PO [jedinec/ml]	ABS [%]
24.2.2010	0	12	0	0	10	160	6	0	6	3
26.4.2010	4	64	4	0	110	240	14	0	14	3
28.6.2010	9	30	7	20	52	116	2	0	2	3
30.8.2010	20	77	16	22	266	300	0	0	0	3
25.10.2010	2	27	1	0	0	77	0	0	0	1
27.12.2010	12	21	10	0	0	40	0	0	0	3
28.2.2011	3	21	2	0	160	220	2	0	2	3

Escherichia coli (E.coli) představuje dnes hlavní indikátor fekálního znečištění. Mnoha odborníky je považována za jediný správný a vyhovující indikátor tohoto znečištění. Její původ je výlučně fekální, ať humánní či animální, takže interpretace jejího výskytu ve vodě je jednoznačná. Limit: 0 KTJ/100 ml. (KTJ = kolonii tvořící jednotka; počet KTJ lze zjednodušeně chápat jako počet bakterií v daném objemu vody).

Koliformní bakterie jsou neškodné, saprofytické bakterie, osídlující střevní trakt, ale žijící běžně i v půdě. Výjimečně se mezi nimi mohou vyskytnout patogenní kmeny,

které tvoří toxiny, mohou proniknout do tkání a způsobit přímo ohrožení zdraví. Dnes jsou považovány víceméně za indikátor účinnosti úpravy vody a dezinfekce, sekundární kontaminace či vysokého obsahu živin v upravené vodě. Koliformní bakterie zahrnují i druh *E. coli*, neboť se jedná o skupinový ukazatel, takže výše uvedený jejich význam platí v případě nepřítomnosti *E. coli*. Limit: 0 KTJ/100 ml.

Enterokoky představují doprovodný indikátor fekální kontaminace vody, signalizující čerstvé znečištění. Jejich vztah k původu fekálního znečištění však není tak jednoznačný a těsný, jako v případě *E. coli*. Jejich význam se uplatňuje v případech, kdy koliformní bakterie ve vodě nepřežívají. Limit: 0 KTJ/100 ml.

Počet kolonií při 22°C- indikátor obecné kontaminace. Přinášejí informaci o celkovém bakteriálním znečištění vody, jejich zvýšené počty signalizují průnik znečištění z okolí nebo poruchy úpravy vody nebo dezinfekce. Limit: 500 KTJ/ml pokud voda není dezinfikována.

Počet kolonií při 36°C- jedná se o indikátor obecného znečištění, stejně jako v případě předchozího ukazatele bakterií. Pokud se uvažuje o kontinuální chemické dezinfekci vody chlorem, je vhodné stanovit obsah huminových látek (dřívější limit 2,5 mg/l; dnes se tento ukazatel ve vyhlášce neuvádí), které vznikají rozkladem organické hmoty v přírodě. Chlor s nimi totiž reaguje za vzniku tzv. vedlejších produktů chlorace (např. látek typu trihalogenmethanů), jejichž větší přítomnost není ze zdravotního hlediska žádoucí.

8. ZÁVĚR

Kvalitou pitné vody z hlediska mikrobiologických, biologických, fyzikálních a chemických ukazatelů se zabývala ČSN 75 7111 "Pitná voda", nyní nahrazená vyhláškou Ministerstva zdravotnictví č. 252/2004 Sb. v platném znění.

Jakost povrchových vod ovlivňuje řada chemických, fyzikálních a také mikrobiologických pochodů. Významným procesem, ovlivňujícím jakost povrchových vod je přirozené přírodní usazování suspendovaných částic, které se uvolňují ze dna toku nebo se do vody dostávají splachem (při větších průtocích). Zároveň na usazujících se částicích probíhá adsorpce organických látek a iontů. Postupný aerobní rozklad organických látek způsobují přítomné mikroorganismy.

Organické látky obsažené v povrchových vodách jsou jednak přírodního původu (humínové látky a produkty životní činnosti vodních organismů), jednak původu antropogenního (ze splaškových a průmyslových odpadních vod a ze zemědělství). Z látek přírodního původu mají největší význam humínové látky, pocházející z rozkladu rostlinných zbytků. Ve vyšších koncentracích se proto tyto látky vyskytují ve vodách z rašelinišť např. právě ve sledované lokalitě Černý rybník v Krušných horách. Při úpravě vody koagulací jsou odstraňovány především vysokomolekulární humínové kyseliny adsorpcí na vločkách hydroxidů železa nebo hliníku, kdežto účinnost koagulace pro odstranění nízkomolekulárních fulvokyselin je nižší, takže částečně přecházejí do upravené vody.

Cílem práce bylo posouzení vlivu vegetace na kvalitu pitné vody pro úpravnu Bílý potok, ve které se upravuje voda odebíraná z Bílého potoka. Tento potok pramení v oblasti rašeliniště Černého rybníka. Oblast byla v roce 1983 vyhlášena přírodní rezervací. Předmětem ochrany je přirozený charakter hydrologicky, botanicky i faunisticky zajímavého rašeliniště vrchovištního typu.

Z průzkumu lokality i z výsledků rozborů surové vody z Bílého potoka lze konstatovat, že na kvalitu surové vody v Bílém potoce má vliv jednak zeměpisná poloha lokality (horská oblast), ale především obsah humínových látek z oblasti prameniště toku, konkrétně z lokality přírodní rezervace Černý rybník. Humínové látky způsobují vodě specifické žlutohnědavé zabarvení. Významně se podílejí na vzniku trichlormethanu a dalších chlorovaných uhlovodíků v upravené vodě po hygienickém zabezpečení vody chlorem. Ve vztahu k lidskému zdraví ale nepatří humínové látky mezi závadné.

Vliv na kvalitu surové vody a její následnou úpravu, má výskyt rostlin, charakteristických pro oblast rašelinišť (viz. vegetační průzkum lokality), především jsou to rašeliníková společenstva, která mají největší podíl na vzniku huminových látek. Důležitý je také fakt, že povodí je z 85% zalesněno, a to převážně listnatými stromy (převládající dřevinou je buk lesní, ve větší míře je zastoupen smrk ztepilý, ojediněle se vyskytuje javor klen a jedle bělokorá, která tvoří už jen jednotlivě vtroušené výstavky).

Z hlediska negativního vlivu vegetace ve zmiňované oblasti, lze konstatovat, že k výrazné kontaminaci a ohrožení zvýšenými hodnotami sledovaných chemických, fyzikálních a mikrobiologických ukazatelů po dobu vymezených časových období, až na malé výjimky nedošlo. Výkyvy v hodnotách jednotlivých ukazatelů byly patrně způsobeny klimatickými podmínkami. V horské části občas nastává situace, kdy vlivem velkých dešťových srážek na sněhovou pokrývku a následného zvýšení teploty vzduchu dochází k rychlému tání. V důsledku toho pak dochází k výraznému vzduť hladiny Bílého potoka. Pokud tento typ počasí provází i silný nárazový vítr, který způsobuje padání větví v lesních porostech, které pak ucpávají vstupy do zatrubněných úseků, nastává riziko vzniku povodňových jevů. Také spadané listí a nečistoty, vzniklé tlením, se především v podzimním období, usazují v korytě potoka a vlivem turbulence a proudění se vyplachují. Znepříjemňují vlastní provoz úpravy vody tím, že dochází k ucpávání jemných česlí nerozpustnými látkami o velikosti pod 2 mm. Někdy se tato situace může vyostřit i tak, že úpravna vody nestačí vyrábět prací vodu a je nutné odstavení provozu (k tomu by došlo i v případě povodňových jevů).

Při sledování jednotlivých ročních období, je možné shrnout možnosti úpravy vody z hlediska její kvality takto:

V jarním období dochází k tání sněhu, unášecí schopnost vody je tedy výraznější (někdy se může průtok vody pohybovat až na hodnotě 3000 l/s, v tomto případě je voda neupravitelná) a ve vodě se objevují nečistoty anorganického i organického původu. Tento fakt ovlivňuje barvu vody a hodnoty CHSK.

V létě je většinou díky vyšším teplotám vzduchu nízký průtok vody v Bílém potoce, je tedy nutné připouštět vodu z Flájí. Tato voda má vyšší obsah železa, což se negativně odráží nejen na barvě vody, ale zvýší se i spotřeba chemikálií k odstranění železa z vody

Situace v podzimním období již byla zmiňována. Výrazně se mohou zvýšit hodnoty CHSK i barvy vody. Zvýšeny mohou být i ekonomické náklady na provoz úpravný z důvodu jejího odstavení a následného uvedení do provozu.

V zimě, kdy je teplota vzduchu nízká, dochází většinou k vymrzání potoka, proto je opět nutné připouštět vodu z Fláji. Situace je tedy obdobná jako v jarních měsících.

Nejoptimálnějším obdobím pro provoz úpravný Bílý potok je období v rozmezí měsíců květen – červen, kdy k výše uvedeným situacím a jevům, až na malé výjimky, nedochází. Díky kvalitě surové vody z Bílého potoka právě v tomto období není nutné dávkování provozních chemikálií (síranu hlinitého a vápna), prodlouží se prací cyklus z běžného 4-8 hodinového na 48 hodinový prací cyklus.

Úpravna vody Bílý potok se právem řadí mezi jednu z mála úpraven, která upravuje povrchovou vodu bez akumulace (bez vodního díla), jednostupňovou úpravou. Při úpravě vody v této úpravně nastala i období, kdy se v intervalu 6-ti měsíců vůbec síran hlinitý nedávkoval, což bylo samozřejmě velkou ekonomickou výhodou.

LITERATURA

- [1] **NOVÁČEK, J.:** *Technologie úpravy uhlí I.*, ES VŠB-TU Ostrava, 2000 ,
ISBN 80-7078-764-3
- [2] **JELÍNEK, F. :** *Nedoceněné bohatství*, Praha : Ministerstvo životního prostředí ČR,
1999 , ISBN 80-7212-113-8
- [3] **Technologický reglement procesu úpravy pitné vody pro úpravnu Bílý potok**,
schválený SČVK, a.s. Most , 1986
- [4] **KUNCOVÁ, J. a kolektiv :** *Chráněná území ČR, Ústecko, svazek I*, Agentura ochrany
přírody a krajiny ČR, Praha 1999, vydání 1., ISBN 80-86064-37-9
- [5] **Sborník oblastního muzea v Mostě – řada přírodovědná č. 18/1996**,
vydalo : Okresní muzeum v Mostě 1996, ISSN 0-231-7656
- [6] **Sborník oblastního muzea v Mostě – řada přírodovědná č. 24/2002**,
vydalo : Okresní muzeum v Mostě 2002, ISSN 0-231-7656
- [7] **Sborník oblastního muzea v Mostě – řada přírodovědná č. 27/2005**,
vydalo : Okresní muzeum v Mostě 2005, ISSN 1214-2573
- [8] **BÁRTA, Z.:** *Rašeliniště okresu Most*, Kulturní kalendář Mostecka 1968, č. 10,
str. 25 – 28
- [10] <http://www.krusnohorsky.cz/view.php?cislocclanku=2009051302>
- [11] http://www.birdlife.cz/wpimages/video/IBA_roku_2008.pdf
- [12] <http://hgf10.vsb.cz/546/Ekologicke%20aspekty/mokrady/kategorie.htm>
- [12] http://priroda-kv.cz/lokality/krusnohorske_plato/index.php
- [14] <http://www.krusnohorsky.cz/view.php?cislocclanku=2009032601>

INTERNETOVÉ ZDROJE PRO OBRÁZKY

http://www.birdlife.cz/wpimages/video/IBA_roku_2008.pdf
<http://www.geow.cz/mainpage/fotoreportaze/podjestedi/galerie04/page00004.htm>
<http://www.mapy.cz>
<http://www.poh.cz/vd/flaje.htm>
<http://www.cspop.cz/atlasry/rostliny/podroost/texty/suchuzk.htm>

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obrázek 1 Grafický přehled mokřadů v ČR.....</i>	<i>8</i>
<i>Obrázek 2 Kohoutek tetřívka obecného</i>	<i>11</i>
<i>Obrázek 3 Slepíčka tetřívka obecného</i>	<i>12</i>
<i>Obrázek 4 Sýc rousný je v ptačí oblasti hojným druhem.....</i>	<i>13</i>
<i>Obrázek 5 Bekasina otavní</i>	<i>13</i>
<i>Obrázek 6 Střevlík Ménetriesův se vyskytuje v ČR pouze na rašeliništích</i>	<i>14</i>
<i>Obrázek 7 Zmije obecná se vyskytuje nepříliš hojně ve středních a vyšších polohách</i>	<i>15</i>
<i>Obrázek 8 Rosnatka okrouhlolistá</i>	<i>15</i>
<i>Obrázek 9 Hrazení odvodňovacích kanálů</i>	<i>17</i>
<i>Obrázek 10 Výzkum zaměřený na prostorovou aktivitu tetřívka obecného</i>	<i>18</i>
<i>Obrázek 11 Mapa oblasti</i>	<i>19</i>
<i>Obrázek 12 Bílý potok v údolí Šumného dolu.....</i>	<i>20</i>
<i>Obrázek 13 Vodní dílo Fláje.....</i>	<i>23</i>
<i>Obrázek 14 Centrální velín úpravny vody Bílý potok</i>	<i>27</i>
<i>Obrázek 15 Ovládání filtrů</i>	<i>29</i>
<i>Obrázek 16 Mapa okolí úpravny vody Bílý potok</i>	<i>30</i>
<i>Obrázek 17 Limnigraf</i>	<i>31</i>
<i>Obrázek 18 Flokulační nádrž</i>	<i>32</i>
<i>Obrázek 19 Mapa okolí Černého rybníka</i>	<i>36</i>
<i>Obrázek 20 Černý rybník).....</i>	<i>37</i>
<i>Obrázek 21 Suchopýr úzkolistý</i>	<i>39</i>

SEZNAM TABULEK

<i>Tabulka 1 Sledované ukazatele pro odběr surové vody</i>	<i>42</i>
<i>Tabulka 2 Naměřené hodnoty ve sledovaných obdobích</i>	<i>42</i>
<i>Tabulka 3 Hodnoty mikrobiologického rozboru vody</i>	<i>47</i>

SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA č.1 *Technologické schéma ÚV Bílý potok*

PŘÍLOHA č.2 *Naměřené hodnoty sledovaných ukazatelů pro jednotlivá měrná období*

